



PROJETO DE GRADUAÇÃO 2

PROJETO DE NOVO LAYOUT **Estudo de caso em uma indústria de** **confeção**

Por,
Rafael Caldeira Lima

Brasília, 2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO 2

PROJETO DE NOVO LAYOUT **Estudo de caso em uma indústria de confecção**

POR,

Rafael Caldeira Lima

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção
do grau de Engenheiro de Produção

Banca Examinadora

Prof. Clóvis Neumann, UnB/ EPR (Orientador)

Prof. Anníbal Affonso Neto, UnB/EPR

Prof. Paulo Celso dos Reis Gomes, UnB/EPR

Brasília, 28 de Junho de 2016

RESUMO

A indústria têxtil vem se destacando ao longo das últimas décadas e cada vez mais se torna um mercado em grande desenvolvimento no Brasil. Paralelamente nota-se o desenvolvimento de técnicas de produção e novos produtos com o intuito de atender um cliente cada vez mais exigente em relação à qualidade do serviço.

Inserido nesse contexto, o trabalho apresentado é um estudo de caso aplicado em uma indústria de confecção de pequeno porte. Esta indústria buscava aumentar a sua capacidade produtiva sem que houvesse aumento em seus custos, despesas e nem perda na qualidade de seus produtos. Consonante ao apresentado acima, foi proposto um novo projeto de layout que buscasse diminuir a distância total percorrida pelos produtos ao longo de sua produção. Neste projeto foi utilizado o método SLP e suas ferramentas como forma de alcançar objetivo proposto pela indústria.

Palavras Chave: Layout, Projeto, Indústria.

ABSTRACT

The textile industry has been increasing over the past decades and increasingly becomes a market in great development in Brazil. At the same time, we note the development of production techniques and new products in order to meet an increasingly demanding customer regarding the quality of service.

Inserted in this context, the work presented is a case study applied in a small clothing industry. The industry sought to increase their capacity without any increase in costs, expenses and no loss in the quality of their products. Consonant to the presented above, a new layout project that sought to decrease the total distance traveled by the product throughout its production was proposed. In this project, we used the SLP method and tools as a way to achieve objective proposed by the industry.

Keywords: *Layout, Project, Industry.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	8
1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	8
1.3. OBJETIVO GERAL DO TRABALHO	9
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.5. METODOLOGIA	9
1.5.1. METODOLOGIA DO TRABALHO	10
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. PROCESSOS DE PRODUÇÃO.....	12
2.1.1. <i>PROCESSOS DE PRODUÇÃO POR PROJETO.....</i>	<i>13</i>
2.1.2. <i>PROCESSO DE PRODUÇÃO POR TAREFA OU JOBBING</i>	<i>14</i>
2.1.3. <i>PROCESSO DE PRODUÇÃO EM LOTES OU BATELADAS.....</i>	<i>14</i>
2.1.4. <i>PROCESSO DE PRODUÇÃO EM MASSA.....</i>	<i>14</i>
2.1.5. <i>PROCESSO DE PRODUÇÃO CONTÍNUO.....</i>	<i>15</i>
2.2. PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE SERVIÇOS	15
2.2.1. <i>SERVIÇOS PROFISSIONAIS.....</i>	<i>16</i>
2.2.2. <i>LOJAS DE SERVIÇO</i>	<i>16</i>
2.2.3. <i>SERVIÇOS EM MASSA</i>	<i>17</i>
2.3. LAYOUT	17
2.4. OBJETIVOS DO LAYOUT	17
2.5. TIPOS DE LAYOUT	18
2.5.1. <i>LAYOUT POSICIONAL.....</i>	<i>19</i>
2.5.2. <i>LAYOUT POR PRODUTO.....</i>	<i>20</i>
2.5.3. <i>LAYOUT POR PROCESSOS</i>	<i>21</i>
2.5.4. <i>LAYOUT CELULAR</i>	<i>22</i>
2.5.5. <i>LAYOUT MISTO.....</i>	<i>23</i>
2.6. PLANEJAMENTO DE LAYOUT	24
2.6.1. <i>SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP).....</i>	<i>25</i>
2.6.2. <i>MÉTODO DE GUERCHET.....</i>	<i>27</i>
2.7. ESCOLHA DO TIPO DE LAYOUT	28
2.8. TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA PROJETO DE LAYOUT	29
2.8.1. <i>PERT/CPM</i>	<i>29</i>
2.8.2. <i>CARTAS DE-PARA.....</i>	<i>30</i>
2.8.3. <i>DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS OU AFINIDADES.....</i>	<i>31</i>
2.8.4. <i>CARTA MULTIPROCESSO</i>	<i>31</i>
2.8.5. <i>TECNOLOGIAS DE GRUPO.....</i>	<i>33</i>
3. ESTUDO DE CASO	36
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	36
3.2. ESPAÇO FÍSICO	36
3.3. DADOS DE ENTRADA	41
3.4. DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS	47
3.5. ESPAÇO DISPONÍVEL	50
3.6. DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS DE ESPAÇO.....	50
3.7. PROPOSTA DE UM NOVO LAYOUT.....	52
4. CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do Trabalho	11
Figura 2 - Classificação dos processos de produção para manufatura	13
Figura 3 - Classificação dos processos de produção para serviços	16
Figura 4 - Estrutura esquemática de um layout posicional	19
Figura 5 - Layout por produto	21
Figura 6 - Layout por processo	22
Figura 7 - Layout celular	23
Figura 8 - Layout misto	24
Figura 9 - Fluxograma do Systematic Layour Planning (SLP)	26
Figura 10- Tipos de layout por volume x variedade	28
Figura 11 - Exempo de PERT/CPM	30
Figura 12 - Exemplo de diagrama de afinidades	31
Figura 13 - Exemplo de carta multiprocesso	32
Figura 14 - Layout Atual	37
Figura 15 - Layout inicial dividido por setores	38
Figura 16 - Dimensão dos equipamentos e distância entre equipamentos no setor de Produção	38
Figura 17 – Dimensão dos equipamentos e distância entre equipamentos no setor de Corte	39
Figura 18 - Dimensão dos equipamentos e distância entre equipamentos no setor de Acabamento	39
Figura 19 - Dimensão dos equipamentos e distância entre equipamentos no setor de Bordado / Silk	39
Figura 20 - Dimensão dos equipamentos do setor de Escritório / Estoque de Saída	40
Figura 21 – Layout por setores de produção com os fluxos de produção	41
Figura 22 - Gráfico de Pareto	42
Figura 23 – Simbologia padrão ASME	43
Figura 24 - Roteiro - Camiseta	44
Figura 25 - Roteiro - Polo	44
Figura 26 - Roteiro - Calça	45
Figura 27 – Distância percorrida pelos produtos entre os setores	45
Figura 28 - Carta de Processos Múltiplos	46
Figura 29 - Diagrama de Relacionamentos	48
Figura 30 - Ligações existentes entre os setores	48
Figura 31 - Disposição dos setores de acordo com o diagrama de relacionamentos	50
Figura 32 - Proposta de Novo Layout	53
Figura 33 - Distância entre equipamentos no setor de Corte	54
Figura 34 - Distância entre equipamentos no setor de Produção	54
Figura 35 - Distância entre equipamentos no setor de Bordado / Silk	55
Figura 36 - Distância entre equipamentos no setor de Acabamento	55
Figura 37 - Distância entre equipamentos no setor de Escritório / Estoque de Saída	55
Figura 38 - Distância entre os setores de produção do novo layout	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens do Layout Posicional	20
Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens do Layout por Produto	21
Quadro 3 - Vantagens e Desvantagens do Layout por Processos	22
Quadro 4 - Vantagens e Desvantagens do Layout Celular	23
Quadro 5 - Correlação entre tipos de layout e tipos de processos quanto ao volume e variedade	29
Quadro 6 - Técnicas e ferramentas utilizadas para projetos de layout	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de K.....	27
Tabela 2 - Exemplo de Carta De-Para.....	30
Tabela 3 - Matriz Peça/Máquina.....	34
Tabela 4 - Dimensão dos equipamentos.....	40
Tabela 5 - Histórico de Produção.....	42
Tabela 6 - Distância entre os setores da empresa.....	46
Tabela 7 - Tempos de Produção dos Produtos.....	47
Tabela 9 – Necessidade de espaço.....	49
Tabela 10 - Necessidade de espaço por setor.....	49
Tabela 11 - Área disponível da fábrica.....	50
Tabela 12 – Aplicação do Método Guerchet.....	51
Tabela 13 – Distância entre os setores do novo layout.....	57

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a motivação do trabalho de graduação, partindo da contextualização do tema proposto, definindo, em seguida, o problema em estudo, os objetivos do projeto, a metodologia seguida para o alcance destes objetivos.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira é um setor industrial muito mais abrangente do que se pensa, indo além do vestuário, o principal bem final da cadeia produtiva. Atualmente, apresenta um parque industrial com mais de R\$ 80 bilhões em ativos, 30 mil empresas em atividade, mais de 8 milhões de empregos diretos e indiretos. Por conta disso, este setor é um segmento industrial muito relevante para a indústria brasileira, pois apresenta um faturamento de aproximadamente R\$ 140 bilhões, o que representa 5 % do PIB do país. Um estudo da Associação Brasileira da Indústria Têxtil prevê um crescimento para o ano de 2016, o que motiva ainda mais os empresários brasileiros para continuarem no segmento e, segundo informações do BNDES, nenhum setor da indústria de transformação tem maior potencial de gerar empregos do que o setor têxtil e de confecção (BNDES, 2014).

Consonante a esses dados mostrados acima, as empresas responsáveis por esse mercado enfrentam muitos desafios antes de se tornarem referência no ramo. A velocidade das mudanças atualmente exige que as empresas ocupem espaço na mente e no coração dos consumidores, os tornando fidelizados, mas para que isso ocorra, é necessário oferecer um serviço diferente do encontrado no mercado. É necessário que os produtos sejam de qualidade, que estejam prontos na hora correta e que haja confiabilidade entre o pedido e a entrega (BNDES, 2014).

1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Por ser uma indústria de confecção e se tratar de um mercado altamente personalizado, um grande problema encontrado pela empresa é necessidade de aumentar a sua produção. Diante disso, um fator que auxilia no aumento da produção é o layout das máquinas que busca melhorar o posicionamento das máquinas para diminuir os gargalos entre os fluxos e operações

otimizando o fluxo de produção e, conseqüentemente, a quantidade de roupas produzidas ao final do dia.

1.3. OBJETIVO GERAL DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho consiste em elaborar uma proposta de layout que busque melhorar o fluxo de produção e diminuir a distância percorrida pelo produto ao passar pelo roteiro de produção em uma indústria de confecção do Distrito Federal.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar dados de produção da empresa;
- Medir dimensão de maquinários e equipamentos;
- Medir dimensão do espaço físico da fábrica;
- Aplicar método de projeto de layout;
- Projetar novo layout da empresa

1.5. METODOLOGIA

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), uma pesquisa é classificada em quatro tipos de categoria que são: Abordagem; Natureza; Objetivo e Procedimento.

No que tange a primeira categoria, este trabalho pode ser classificado como pesquisa quantitativa. A pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números, informações e opiniões para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas para auxiliar a análise. A pesquisa quantitativa traduz em números as opiniões e informações para serem classificadas e analisadas (Gerhardt e Silveira, 2009).

Quanto a natureza da pesquisa, de acordo com GIL (1994), essa é classificada como pesquisa aplicada cujo objetivo é gerar conhecimento para aplicação prática, orientados à solução de problemas específicos envolvendo verdades e interesses locais.

Já no que tange o terceiro aspecto, este trabalho pode ser classificado como pesquisa descritiva. Na pesquisa descritiva realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador. São exemplos de pesquisa descritiva as pesquisas mercadológicas e de opinião (Barros e Lehfeld, 2007).

No que tange aos procedimentos da pesquisa, este trabalho será tratado como sendo um estudo de caso. O estudo de caso compreende um método que abrange tudo. A essência do estudo de caso se dá a partir de questionamentos do tipo “como” e “por que”, sendo que cada proposição tem um foco distinto na análise. Uma vez que as perguntas sejam direcionadas a respostas claras e precisas, o estudo estará direcionado ao problema fundamental que será o “caso” estudado. O estudo de caso como estratégia de pesquisa caracteriza-se justamente por esse interesse em casos individuais e não pelos métodos de investigação, os quais podem ser os mais variados, tanto qualitativos como quantitativos. O propósito fundamental do estudo de caso é analisar intensivamente uma unidade, a fim de se responder as questões de como e o porquê de certos fenômenos ocorrerem, afirmam Goode e Hatt (1973).

1.5.1. METODOLOGIA DO TRABALHO

A primeira parte do projeto, por ser de caráter mais teórico, foi pautada na definição dos objetivos do projeto, na definição da metodologia a ser aplicada e em uma revisão bibliográfica aprofundada com a temática de layout, cujo objetivo é guiar e auxiliar o pesquisador durante a realização do estudo de caso.

A segunda etapa do projeto, a qual apresenta caráter mais prático, foi pautada na elaboração do estudo de caso. Inicialmente foi necessário definir o local onde seria aplicado o estudo de caso. O local foi selecionado de forma aleatória até que alguém se interessasse pela proposta do projeto. Definido o local, foram necessárias algumas reuniões com a dona para que fossem levantadas informações a respeito do fluxo de produção dos produtos. Em uma das reuniões com a cliente, foi fornecido todas as notas fiscais de venda do ano de 2014 para que se pudesse ter uma ideia do quantitativo de produção dos produtos. Todas essas notas foram compiladas e separadas por mês e por tipo de produto produzido.

Após essas etapas, foram aplicados os métodos de projeto de layout, os quais foram explicados previamente no referencial teórico, para que fosse possível chegar alcançar o objetivo de otimizar o fluxo de produção existente na empresa.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho encontra-se dividido em quatro capítulos, conforme mostrado na figura 1 a seguir, e que serão brevemente explicados.

Figura 1 - Estrutura do Trabalho



Fonte: Autor (2015).

Na Introdução é apresentada uma breve contextualização do projeto, bem como uma definição do problema e dos objetivos do trabalho. É apresentada, também, a metodologia do presente estudo de caso.

Já no capítulo 2, a revisão bibliográfica é apresentada, passando pelos pontos acadêmicos no que se referem ao assunto de layout.

No capítulo 3, são apresentadas todas as informações coletadas na organização e também a apresentação do método utilizado para se chegar ao resultado proposto no objetivo do projeto.

No capítulo 4, são apresentadas as conclusões do projeto e sugestões de trabalhos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no decorrer da pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo engloba uma revisão sobre os principais conceitos que englobam o estudo de layout

2.1. PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Um processo de transformação é definido como sendo a utilização de recursos que culminam na mudança de estado do material produzindo uma saída, Almeida (2011).

Uma das primeiras decisões tomadas por um engenheiro de produção ao projetar um processo de manufatura que funcione adequadamente é a escolha do tipo de processo de produção que vai ser utilizado, o qual determina se os recursos são organizados em torno de produtos ou processos de produção (Ritzman; Krajewski, 2009).

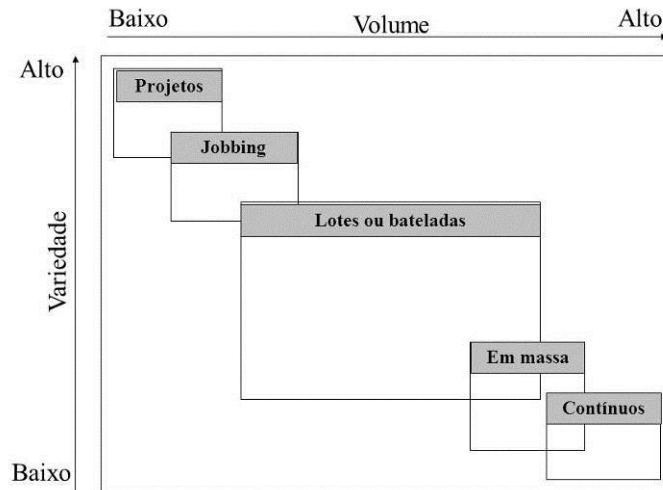
De acordo com Corrêa e Corrêa (2012), dois aspectos são levados em conta na hora de escolher qual tipo de processo de produção adotar. O primeiro deles é a relação de volume e variedade, e o segundo é a relação entre produto e material.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), as operações de bens e serviços têm relação direta com o volume e variedade do produto ou serviço produzido. Operações de baixo volume apresentam uma alta variedade e vice-versa, portanto, cada tipo de processo de bens ou serviço implica na forma de como as atividades das operações são organizadas, levando-se em conta seu volume e variedade.

Cada sistema de manufatura tem o seu tipo específico de processos de produção, dentre os quais devem ser classificados entre cinco tipos clássicos de processos: processos de projeto, processos por tarefa ou *jobbing*, processos em lotes ou bateladas, processos em linha ou de produção em massa e processos contínuos. (Corrêa, 2012).

A figura 2 mostra a relação de volume e variedade em processos de produção de bens segundo Slack, Chambers e Johnston (2002).

Figura 2 - Classificação dos processos de produção para manufatura



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002).

2.1.1. PROCESSOS DE PRODUÇÃO POR PROJETO

Segundo Ritzman e Krajewski (2009) os processos de produção por projeto são avaliados com base em sua capacidade de realizar certos tipos de trabalho em vez de sua habilidade para produzir produtos ou serviços específicos. Os projetos tendem a ser complexos, a exigir um longo tempo de implementação e a ser grandes. Tarefas inter-relacionadas precisam ser completadas, exigindo intensa coordenação. Os recursos necessários para um projeto são agrupados e, então liberados para uso adicional após seu termino. Normalmente, os projetos fazem uso extensivo de certas aptidões e recursos em etapas específicas e no restante do tempo pouco os utilizam. Com um processo de projeto, os fluxos de trabalho são redefinidos a cada novo projeto.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), este tipo de processo trabalha com itens discretos e customizados, com início e fim bem definidos, o que representa um período relativamente longo de produção. Tem como característica baixo volume e alta variedade e geralmente o produto fabricado é único.

Neste caso, são exemplos de um processo de projeto a construção de um shopping center, o planejamento de um evento importante, as atividades de uma campanha política, ou desenvolvimento de uma nova tecnologia ou produto (Camarotto, 1998).

2.1.2. PROCESSO DE PRODUÇÃO POR TAREFA OU *JOBING*

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), processo por tarefa também lidam com variedade muito alta e baixos volumes. Em geral, nesse tipo de processo, os produtos são feitos por encomenda e não são produzidos antecipadamente.

Noruma (2013), enquanto em processos de projeto cada produto tem recursos dedicados mais ou menos exclusivamente a ele, em processos por tarefa cada produto deve compartilhar os recursos de operação com diversos outros.

Alguns exemplos de processo por tipo *jobbing* compreendem muitos técnicos especializados, como mestres ferramenteiros de ferramentarias especializadas, restaurados de moveis, alfaiates que trabalham por encomenda e a gráfica que produz ingressos para evento social local (Ritzman; Krajewski, 2009).

2.1.3. PROCESSO DE PRODUÇÃO EM LOTES OU BATELADAS

Em um processo por lote difere de um processo por tarefa no que diz respeito à volume, variedade e qualidade (Slack, Chambers e Johnston, 2002).

A diferença fundamental é que os volumes são maiores porque produtos ou serviços iguais ou similares são fornecidos repetidamente. Uma outra diferença está no oferecimento de uma variedade mais limitada de produtos e serviços. A variedade é obtida, principalmente, por uma estratégia de montagem por encomenda e não por estratégias de fabricar por encomenda ou serviços customizados. Uma terceira diferença é que os lotes de produção ou os grupos de clientes soa processados em quantidades maiores do que por intermédio de processos por tarefa (Camarotto, 1998).

Alguns exemplos desse tipo de processo podem ser produção de roupas, calçados, móveis e alimentos congelados (Ritzman; Krajewski, 2009).

2.1.4. PROCESSO DE PRODUÇÃO EM MASSA

Processos de produção em massa são os que produzem bens em grande volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos fundamentais do projeto do produto (Noruma, 2013).

Para Ritzman e Krajewski (2009), as ordens de produção não tem relação direta com os pedidos dos clientes, como ocorre no caso de processos de projeto e por tarefa. Os prestadores de serviço

com um processo em linha seguem uma estratégia de produzir para estoque, ou seja, mantem produtos padronizados em estoque de modo a poder disponibiliza-los aos clientes a qualquer momento.

Para Slack, Chambers e Johnston (2002), exemplos de processos de produção em massa são fábricas de automóveis e fabricantes de bens duráveis.

2.1.5. PROCESSO DE PRODUÇÃO CONTÍNUO

Segundo Noruma (2013), um processo contínuo é o extremo da produção em grande volume e padronizada com fluxo de linha rígidos. Sua designação relaciona-se ao modo com os materiais movem-se pelo processo. Em geral, um material principal como líquido, um gás ou um pó, move-se sem interrupção pelas instalações.

Os processos parecem setores separados do que uma série de operações vinculadas. Além disso, o processo geralmente é de capital intensivo e é operado 24 horas por dia, para maximizar a utilização e evitar interrupções e reinícios de produção onerosos (Ritzman; Krajewski, 2009).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), exemplo de processos contínuos são as refinarias petroquímicas, instalações de eletricidade, siderúrgicas e algumas fábricas de papéis.

Contudo, cada tipo de manufatura implica uma forma diferente de organizar as atividades das operações com diferentes características de volume e variedade (Camarotto, 1998).

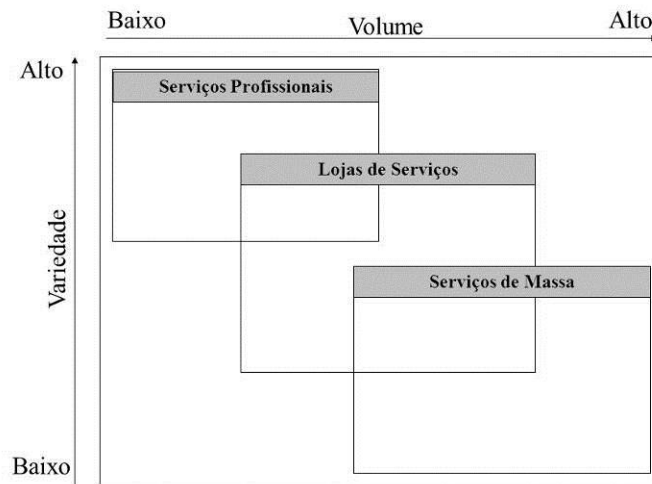
2.2. PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE SERVIÇOS

Nos processos de produção de serviços, pode-se escolher entre três tipos de processos de produção: Serviços profissionais, lojas de serviços e serviços em massa, (Corrêa, 2012).

Neumann & Scalice (2015) dizem que em cada tipo de processo de produção de serviços implica uma forma diferente de organização da operação para atender as características diferentes de volume e variedade.

A figura 3 mostra a relação de volume e variedade em processos de produção de serviços segundo Slack, Chambers e Johnston (2002).

Figura 3 - Classificação dos processos de produção para serviços



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002).

2.2.1. SERVIÇOS PROFISSIONAIS

Esse tipo de serviço é definido como organizações de alto contato, onde os clientes tendem a despende um tempo considerável no processo do serviço (Camarotto, 1998). Esses serviços costumam ser altamente customizados onde o processo de serviço profissional é altamente adaptado para atender à necessidade específica de cada cliente, (Corrêa, 2012).

Neumann & Scalice (2015), enfatizam que serviços profissionais tendem a ser baseados em pessoas ao invés de equipamentos e focam no processo, e não no produto. Esse tipo de serviço tem um alto grau de contato, personalização e autonomia.

Alguns tipos de serviços profissionais, segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) são: advogados, bancos, consultorias, cirurgiões entre outros.

2.2.2. LOJAS DE SERVIÇO

O serviço é proporcionado por meio de combinações entre atividades de escritório que atuam em linha de frente e de retaguarda, pessoas e equipamentos e com foco no produto e no processo, (Neumann & Scalice, 2015).

Ritzman & Krajewski (2009) caracterizam as lojas de serviços por níveis de contato com o cliente, customização, volumes de clientes e liberdade de decisão do pessoal, os quais a posiciona entre os extremos do serviço profissional e de massa.

Alguns tipos de lojas de serviço, segundo Nomura (2013) são: Bancos, empresas de aluguel de carro, dentista escolas entre outros.

2.2.3. SERVIÇOS EM MASSA

Os serviços em massa envolvem muitas transações de clientes, onde o tempo é limitado e há uma baixa customização, (Neumann & Scalice, 2015).

Corrêa e Corrêa (2012) dizem que em geral esse tipo de processo é baseado em equipamentos e orientado para o produto, onde a maior parte do valor adicionado é realizado no escritório de retaguarda, onde há relativamente pouca atividade de julgamento realizada pelo pessoal da linha de frente. Esse tipo de processo apresenta baixo grau de autonomia, contato e de personalização.

Alguns tipos de lojas de serviço, segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) são: supermercados, serviços de telecomunicações, emissoras de televisão entre outros.

2.3. LAYOUT

Corrêa e Corrêa (2012) definem layout com sendo uma maneira segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro das instalações de uma operação.

Levando esse conceito para as empresas, Paranhos (2007, p217), destaca que: O layout é muito importante para a produtividade, pois os fluxos dos processos podem ser otimizados ou prejudicados em função da distribuição física dos equipamentos.

Segundo Krajewski & Ritzman, (2009, p. 259), “os layouts afetam não apenas o fluxo de trabalho entre os processos em uma instalação, mas também os processos em outros lugares de uma cadeia de valor”. Isto posto, as decisões para se obter um melhor posicionamento das máquinas devem ser tomadas levando em consideração seus efeitos sobre toda cadeia de valor.

Trazendo um conceito mais amplo para essa definição, Slack, Chambers e Johnston (2009), define que o layout de uma operação ou processo é como seus recursos transformadores são posicionados uns em relação ao outro e como várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos transformadores.

2.4. OBJETIVOS DO LAYOUT

O objetivo principal das decisões sobre layout é, acima de tudo, apoiar a estratégia competitiva da operação, o que significa que deve haver um alinhamento entre as características do layout escolhido e as prioridades competitivas da organização (Corrêa e Corrêa, 2012).

Para Cassel (2014), o objetivo do layout é combinar a força de trabalho com as características físicas de uma indústria (máquinas, rede de serviços, e equipamentos de transporte) de tal modo

que seja alcançado o maior volume possível de produtos manufaturados ou serviços. Estes produtos ou serviços deverão apresentar um nível de qualidade compatível, sendo utilizado para tanto um baixo volume de recursos.

Segundo Oliveira (2011, p. 348), ao desenvolver um layout, alguns aspectos merecem destaque e deve-se levar com consideração. São eles:

- Transformar o fluxo de trabalho de forma eficiente;
- Reduzir a fadiga do funcionário durante a realização da tarefa;
- Melhorar a utilização do espaço disponível da empresa;
- Proporcionar um fluxo de comunicações entre as unidades da organização de maneira eficiente, efetiva e eficaz;
- Proporcionar um clima de trabalho favorável aumentando a produtividade.

Já para Hessel (1985), os principais objetivos de um layout são:

- Minimizar o investimento no equipamento;
- Minimizar o tempo de produção;
- Utilizar o espaço existente da forma mais eficiente possível;
- Providenciar ao operador um posto de trabalho seguro e confortável;
- Flexibilidade nas operações;
- Diminuir o custo de tratamento do material;
- Reduzir a variação dos tipos de equipamentos de tratamento do material;
- Melhorar o processo de produção;
- Melhorar a estrutura da empresa.

2.5. TIPOS DE LAYOUT

Projetar a disposição física dos recursos produtivos (máquinas, equipamentos, pessoas etc.) em uma determinada unidade produtiva exige uma definição do tipo de layout mais adequado às necessidades daquela produção. O sistema de organização e produção é definido pelos tipos básicos de layout, pois dependem da natureza dos produtos e do tipo de operações a serem executadas. Segundo Neumann & Scalice (2015, p. 221), atualmente, existem cinco tipos principais de layout a serem classificados os quais serão citados abaixo:

- Layout Posicional;
- Layout por Produto;
- Layout por Processo;

- Layout Celular;
- Layout Misto.

Corrêa e Corrêa (2012) diz que há basicamente três tipos de básicos de layout, os quais têm características bastantes específicas e apresentam diferentes potenciais de contribuir e alavancarem diferentes desempenhos em diferentes critérios de desempenho. Há certo conflito de características entre eles e são chamados de arranjos clássicos:

- Layout por Processo;
- Layout por Produto;
- Layout Posicional.

Contudo, há também outros tipos de layout, os chamados híbridos ou mistos, que procuram, de certa forma, aliar características de dois ou mais layouts clássicos. Para Noruma (2013), o mais usual deles é o Layout Misto.

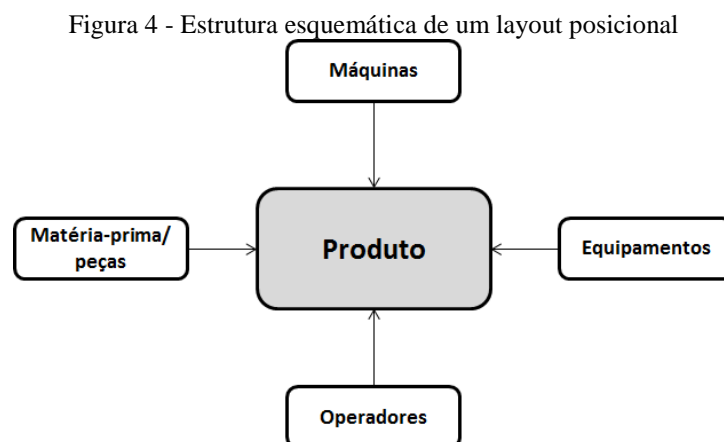
Os cinco tipos de layout serão descritos e explicados abaixo.

2.5.1. LAYOUT POSICIONAL

Também denominado de layout fixo ou *Project shop*, o layout posicional, é talvez o tipo mais básico de layout e é utilizado quando o produto a ser produzido não pode ser facilmente transportado e tem dimensões muito grandes, (Neumann & Scalice, 2015).

O que ocorre como característica nesse tipo de situação, é que o produto a ser fabricado é montado em um local fixo onde os recursos humanos e materiais se deslocam em volta do produto, ou seja, o material ou pessoa é processado pela operação, (Noruma, 2013).

A figura 4 ilustra esquematicamente esse tipo de layout.



Fonte: Neumann & Scalice (2015).

O layout posicional se adequa a produtos que são processados em lotes unitários que apresentam grande tamanho ou baixa mobilidade. O objetivo no planejamento é aperfeiçoar a localização de centros de recursos ao redor do produto, (Neumann & Scalice, 2015).

Contudo, Corrêa e Corrêa 2012 diz que o layout posicional trata-se, em geral, de um tipo de layout cuja eficiência é baixa, entretanto permitem um grau máximo de customização.

Nesse tipo de layout os custos de manuseio de material são muito grandes. Assim, os materiais mais usados são colocados perto do local de construção, enquanto são menos usados são colocados mais longes, (Camarotto, 1998).

O layout posicional é um tipo de layout onde os recursos produtivos utilizados por empresas de fabricação são bens sob encomenda, usualmente com produtos que apresentam grandes dimensões, como por exemplo, navios e aviões, (Corrêa e Corrêa, 2012).

No quadro 1 são apresentadas algumas vantagens e desvantagens desse tipo de layout.

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens do Layout Posicional

Vantagens	Desvantagens
Pequena movimentação de materiais;	Baixa utilização e equipamento gerando custo elevado;
Melhor planejamento e controle do trabalho;	Falta de estruturas de apoio, como água e energia elétrica;
Alta flexibilidade de mix de produtos e processos;	Grande necessidade de supervisão;
Alta variedade de tarefas para a mão de obra;	Grande movimentação de equipamentos.

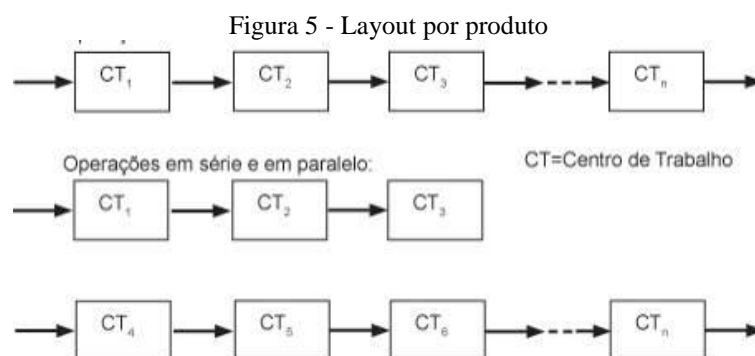
Fonte: Adaptado de Neumann & Scalice, (2015).

2.5.2. LAYOUT POR PRODUTO

Este tipo de layout, também conhecido como layout em linha ou *flow shop*, é usado quando um conjunto de produtos muito semelhantes são fabricados em volumes grandes. O layout de produção é orientado ao produto caracterizado pelo agrupamento das máquinas e equipamentos em um fluxo linear, (Neumann & Scalice, 2015).

No layout por produto, as máquinas e processos envolvidos na obtenção ou montagem de um produto ou série de produtos encontram-se juntos e em sequência, de modo a propiciar que os materiais ao entrarem na fase de produção, sigam sempre a mesma linha entre os pontos de processamento, segundo Cassel (2014).

A figura 5 ilustra esquematicamente esse tipo de layout.



Fonte: Moreira (2004).

Assim, o que ocorre nesse tipo de layout é que a sequência de operações de cada produto é que irá definir a alocação das máquinas e estações de trabalho ao longo da linha de produção, sendo que cada linha é responsável por um tipo de produto. Isso permite que o trabalho flua de maneira contínua onde os operários e máquinas permanecem fixos em posições definidas, (Corrêa e Corrêa, 2012).

Os layouts em linha apresentam como características grandes lotes de produção, menor variabilidade de produtos, maior grau de mecanização e taxa alta de produção, (Moreira, 2004).

No quadro 2 são apresentadas algumas vantagens e desvantagens desse tipo de layout.

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens do Layout por Produto	
Vantagens	Desvantagens
Altas taxas de produção;	Alto valor de investimentos em máquinas e equipamentos;
Uso mais efetivo da mão de obra;	Paradas de máquinas para a linha;
Alto grau de automação e baixo nível de perdas com transportes;	Supervisão geral é requerida;
Baixos custos unitários para altos volumes da produção;	É importante que a linha esteja bem balanceada.

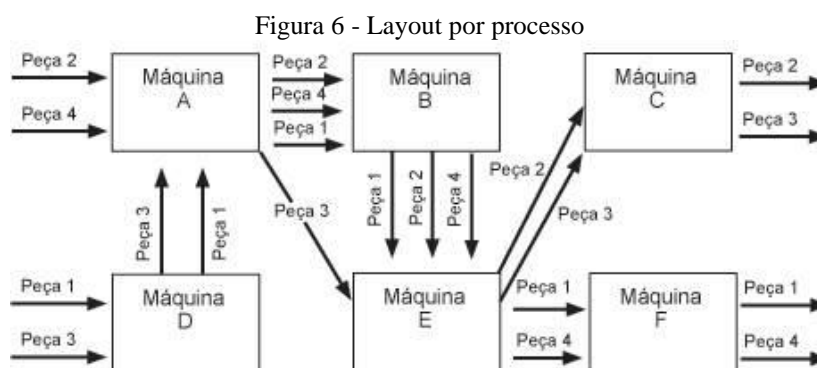
Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002).

2.5.3. LAYOUT POR PROCESSOS

Segundo Cassel (2014), no Layout por processos, também chamado de Layout Funcional, todas as operações semelhantes ou máquinas do mesmo tipo são agrupadas para aproveitar ao máximo sua potencialidade. Possui esta nomenclatura pelo fato da localização da máquina e/ou equipamento determinar sua função; em outras palavras, a posição das máquinas indicará sua função ou finalidade.

Para Neumann & Scalice (2015), o layout por processos, também conhecido por *job shop*, consiste na formação de departamentos ou setores especializados na realização de determinadas tarefas, no qual as máquinas e operações semelhantes são agrupadas criando seções dedicadas.

A figura 6 ilustra esquematicamente esse tipo de layout, segundo Moreira (2004).



Fonte: Moreira (2004).

Esse tipo de layout é, em geral, usado quando os fluxos que passam pelos setores são muito variados e ocorrem intermitentemente. As máquinas e ferramentas são agrupadas funcionalmente de acordo com tipo geral de processo de manufatura, (Corrêa e Corrêa, 2012).

O layout por processos apresenta com característica o agrupamento das máquinas por tipo ou função que exercem, ou seja, as máquinas que executam tarefas ou operações similares são agrupadas de acordo com o processo de fabricação. Esse tipo de layout se encaixa a sistemas produtivos de alta variedade e baixo volume, onde todos os recursos similares são agrupados na operação, (Noruma, 2013).

No quadro 3 são apresentadas algumas vantagens e desvantagens desse tipo de layout.

Quadro 3 - Vantagens e Desvantagens do Layout por Processos

Vantagens	Desvantagens
Alta flexibilidade do mix de processos pois os equipamentos costumam ser de média flexibilidade;	Taxas de produção tendem a ser menores;
Facilita a distribuição de carga máquina;	Lead times de produção costumam ser relativamente longos;
Ajuste rápido a diferente mix de produção;	Tipicamente resulta em formação de filas nas máquinas;
Maior taxa de utilização de recursos;	Exigência de operadores mais generalistas.

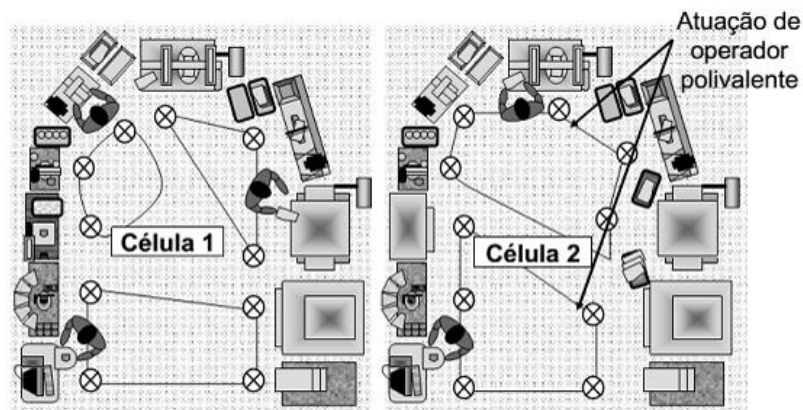
Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston, 2002.

2.5.4. LAYOUT CELULAR

Slack, Chambers e Johnston (2009) definem layout celular como um tipo de layout com o objetivo de montar mini fábricas para diferentes famílias de produtos.

A figura 7 ilustra esquematicamente esse tipo de layout, segundo Reis (2014).

Figura 7 - Layout celular



Fonte: Reis (2014).

Devido ao tamanho dos lotes dos produtos, o qual permite um nível de qualidade e de produtividade alto, o layout celular se destaca por ser flexível. Nesse tipo de layout, o transporte de materiais diminui juntamente com o estoque. A responsabilidade sobre o produto fabricado é maior do que sob as linhas de produção. Importante evidenciar que o layout celular se adapta a sistemas produtivos de médias variedades e volumes, sendo utilizado em um vasto leque de indústrias, (Neumann & Scalice, 2015).

Para Corrêa e Corrêa (2012), algumas características do layout celular são: a célula é normalmente projetada em formato de “U”; o tempo de ciclo para o sistema dita a taxa de produção para cada célula; os produtos/peças tem roteiros de fabricação variados na célula.

No quadro 4 são apresentadas algumas vantagens e desvantagens do layout celular.

Quadro 4 - Vantagens e Desvantagens do Layout Celular

Vantagens	Desvantagens
Boa combinação de flexibilidade e integração;	Exigência de uma maior capacidade de produção;
Redução do lead-time;	Exige que os operadores sejam multifuncionais, alto custo com treinamentos;
Baixa ociosidade de equipamentos;	Pode requerer movimentação ou compartilhamento de máquinas;
Flexibilidade no trabalho, pois operadores são multifuncionais	Pode haver ociosidade ocasional de máquinas e ferramentas para famílias de menos similaridade.

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston, 2009.

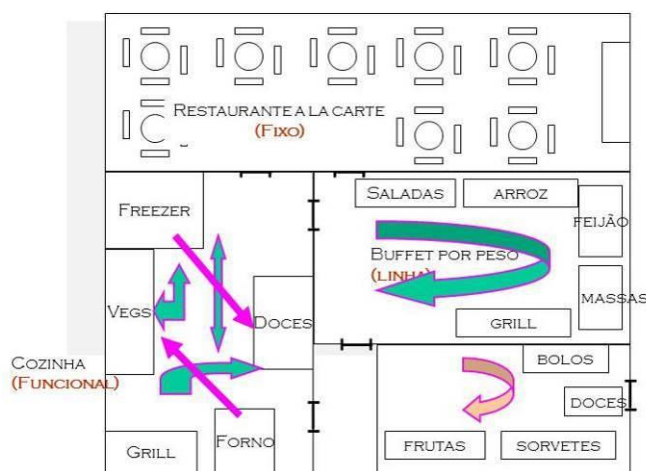
2.5.5. LAYOUT MISTO

Esse tipo de layout, também denominados de híbridos, são o resultado do uso de mais de um desses tipos de layout citados acima em uma mesma unidade produtiva, em virtude à alta variedade de volumes num grande mix de produção, (Corrêa e Corrêa, 2012).

Devido a constante adaptação as mudanças de mercado, uma empresa pode perceber que nenhuma das alternativas citadas acima pode suprir totalmente suas necessidades. Diante do exposto, se torna comum encontrar empresas que encontrem uma combinação de layouts anteriormente citados, (Noruma, 2013).

A figura 8 ilustra esquematicamente esse tipo de layout.

Figura 8 - Layout misto



Fonte: Pasa (2014).

2.6. PLANEJAMENTO DE LAYOUT

Segundo Martins e Laugeni (2005), para a elaboração de um layout deve-se, inicialmente, planejar o todo e depois as partes, e planejar o ideal e depois o prático, ou seja, após a identificação do espaço sobre o qual será elaborado o layout, parte-se para seu planejamento sistemático, considerando primeiramente todas as unidades necessárias, suas relações, recursos disponíveis e todas as limitações.

O planejamento de layout envolve decisões sobre o arranjo físico de centros de atividade econômica em uma produção. O objetivo do planejamento de layout é permitir que equipamentos e trabalhadores trabalhem da maneira mais eficiente possível. Contudo, antes de se tomar decisões em relação ao layout, Krajewski e Ritzman (2009) dizem que quatro tópicos devem ser elucidados:

— Quais setores devem ser incluídos no layout?

Os setores devem refletir decisões de processos e maximizar a produtividade. Por exemplo, uma ‘área central de depósito de ferramentas’ é mais eficiente em certos

processos, embora manter as ferramentas em estações de trabalho individuais possa ser mais sensato em outros casos.

— Quanto espaço e capacidade cada setor necessita?

Os espaços inadequados podem reduzir a produtividade, excluem a privacidade de funcionários e pode, ainda, criar riscos à saúde e a segurança. No entanto, espaço excessivo ‘é dispendioso, pode reduzir a produtividade e isolar funcionários desnecessariamente.

— Como o espaço de cada setor deve ser configurado?

A maioria dos espaços são ajustados e inter-relacionados com os elementos em seu interior. Por exemplo, a colocação de uma mesa e uma cadeira com outro móvel ‘é determinada pelo tamanho e pela forma do escritório, assim como pelas atividades lá realizadas. A intuição de conceber uma atmosfera agradável também deve ser considerada como parte na decisão da configuração do layout.

— Onde cada setor deve ser localizado?

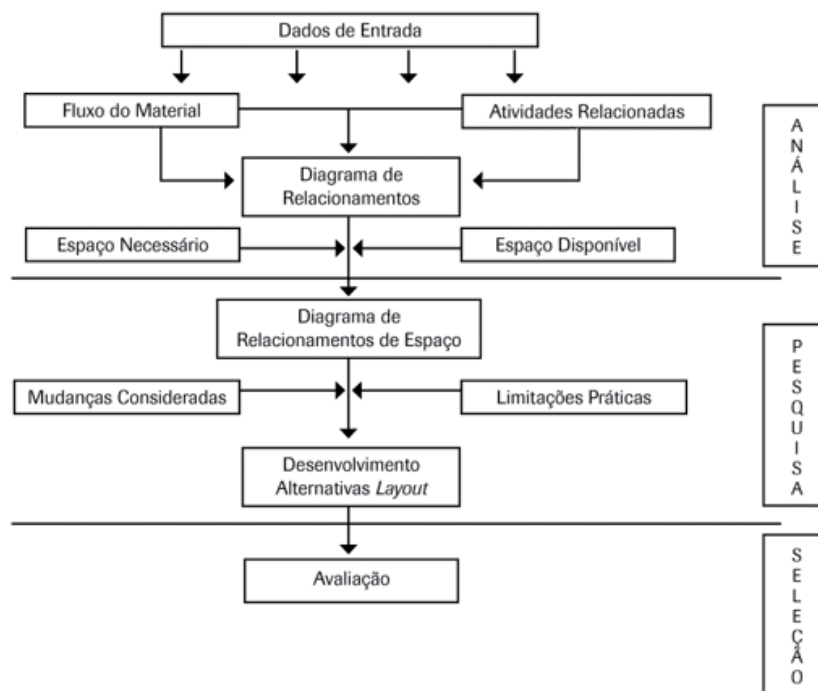
A localização pode afetar significativamente a produtividade. Por exemplo, funcionários que frequentemente interagem face a face deveriam ser localizados preferencialmente em uma área central do que em separado, eliminando deslocamentos desnecessários de ida e volta.

2.6.1. SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)

O SLP foi desenvolvido por Richard Muther por volta do ano de 1970 e ainda hoje é o método mais utilizado para realizar o planejamento de layout que apresenta baixa ou média complexidade (Gilbert, 2004).

O procedimento do SLP pode ser usado sequencialmente para desenvolver inicialmente um layout de blocos e, a partir deste, obter o detalhamento de cada setor planejado. Antes do prosseguimento de qualquer planejamento de layout, todos os detalhes relacionados com processos produtivos e fluxo de materiais devem ser obtidos (WILDE, 1996). O SLP inicia com uma análise designada pelas iniciais PQRS (produto, quantidade, rota, suporte e tempo); tal análise auxilia na coleta organizada dos dados de entrada do problema, que constitui a etapa inicial do fluxograma na Figura 9.

Figura 9 - Fluxograma do Systematic Layout Planning (SLP)



Fonte: Adaptada de Tompkins et al. (1996).

Esse método apresentado na figura acima é dividido em três fases. A fase de Análise inicia com a avaliação do fluxo de materiais, onde todos os fluxos da produção são agregados em uma planilha De-Para que representa a intensidade de fluxo entre os diferentes departamentos. As atividades relacionadas são qualitativamente analisadas aos pares, com vistas a decidir a necessidade de proximidade entre os diferentes departamentos (YANG et al., 2000). O diagrama de relacionamento posiciona e explicita as taxas de relacionamento entre setores, definindo, assim, quais devem estar próximos. A partir da análise de espaço necessário e espaço disponível, determina-se a quantia de espaço fabril a ser reservada a cada departamento. Esta decisão é crítica para o projeto devido à possibilidade de futuras expansões (YANG et al., 2000). A proximidade ou adjacência das atividades, simplesmente, não tem significado até que necessidades de espaço sejam vinculadas a essa informação (MUTHER et al., 2000).

A fase de Pesquisa inicia-se com a elaboração de um diagrama de relacionamento de espaço, que adiciona as áreas dos departamentos ao diagrama de relacionamento. Nesta fase, obtém-se inicialmente um arranjo ideal de espaços. Na sequência, trabalha-se com um arranjo realístico, idealmente apresentando uma mínima variação com relação ao ideal (MUTHER et al., 2000). Restrições adicionais de projeto e limitações práticas são consideradas antes do início do desenvolvimento do layout de blocos (YANG et al., 2000).

Após desenvolvimento do layout, inicia-se a fase de Seleção, em que layouts sofrem uma avaliação de viabilidade e aprovação entre os departamentos envolvidos. Este processo de avaliação deve considerar se os critérios de projeto foram satisfeitos (KERN, 1999). Além disso, ele permite que os usuários-chave e as pessoas que vão aprovar o layout participem das decisões (MUTHER et al., 2000).

2.6.2. MÉTODO DE GUERCHET

Pelo método de Guerchet, segundo Olivério (1985), a área que um dado elemento ocupa é definida pela soma das três superfícies descritas a abaixo:

A superfície estática (S_e) que diz respeito à área da projeção ortogonal da superfície do equipamento sobre o plano horizontal, ou seja, é a área efetivamente ocupada pelo equipamento de trabalho.

A segunda superfície, a superfície de gravitação (S_g) é a área necessária em torno do posto de trabalho para utilização pelo operário e para depósito de material necessário à execução das operações, também chamada de área para circulação do operador junto à máquina. Seu cálculo é dado pela fórmula a seguir:

$$S_g = S_e * N$$

Onde N é o número de lados utilizados pelo equipamento.

A última superfície, a superfície de circulação (S_c), é a área necessária para a circulação de materiais entre postos de trabalho e para a manutenção preventiva e corretiva. Seu cálculo é dado pela fórmula:

$$S_c = k * (S_g + S_e)$$

Onde k é o coeficiente que pode variar entre 0,05 a 3,00 dependendo do tipo de equipamento de transporte, do produto, da matéria prima, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 - Valores de K

Tipo de Indústria	K
Mecânica pesada com utilização de pontes rolantes	0.05 a 0.15
Linha de montagem com transportador mecânico	0.10 a 0.25
Indústria de tecelagem	0.50 a 1.00
Indústria mecânica de precisão	0.75 a 1.00
Indústria mecânica livre	1.5 a 2.00
Oficinas de uso geral	2.00 a 3.00

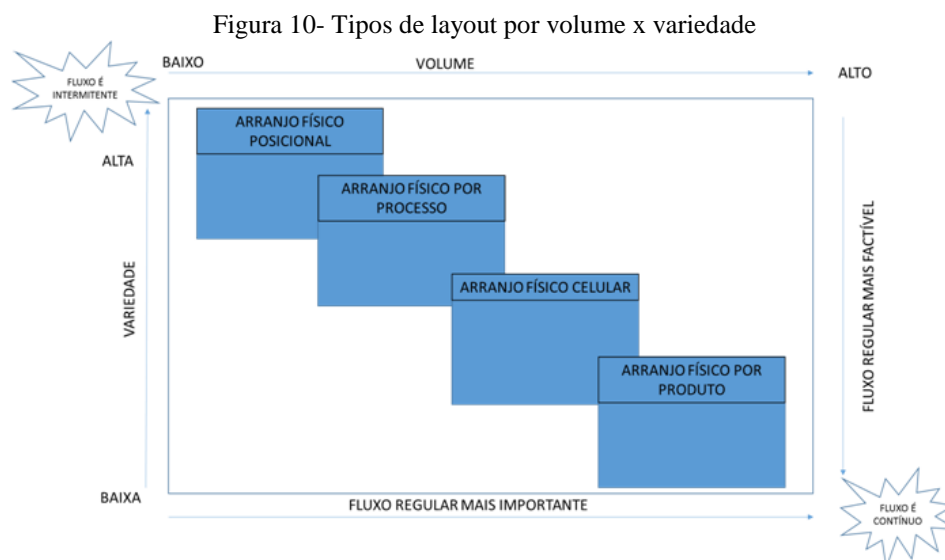
Fonte: Adaptado de Olivério (1985).

Passados os passos acima agora é possível o cálculo da superfície total (St), que de acordo com Camarotto (1998), é a soma das três superfícies anteriores.

$$St = Se + Sg + Sc = Se (1+N) (1 +k).$$

2.7. ESCOLHA DO TIPO DE LAYOUT

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a decisão de qual tipo de layout escolher quase nunca depende somente de uma escolha entre os quatro tipos básicos de layout. É necessário levar em conta algumas características, como volume de produção e variedade de produtos, que a grosso modo vão reduzir seu leque de escolhe a uma ou duas opções. A figura 10 ilustra como as faixas de volumes e variedades contidas em cada tipo de arranjo físico se sobrepõem.



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009).

Neumann & Scalice (2015) apud Askin; Goldberg (2002) ao dizer que a combinação entre volume de produção e variedade de produtos tem um impacto relevante não só na escolha do tipo de layout, mas também no planejamento e na hierarquia da decisão.

Russel (2002), diz que as decisões fundamentais para o planejador do layout envolvem outros aspectos além de volume de produção e variedade produtos como, o volume de capital a investir, a facilidade de criação de pontos de estoque, o ambiente da atmosfera de trabalho, a facilidade de manutenção dos equipamentos, o grau de flexibilidade necessário, além de conveniências dos clientes e níveis de venda.

Slack, Chambers e Johnston (2002) destaca que a relação entre tipos de processos básicos de layouts não é totalmente direta, existindo uma sobreposição entre elas, como já observado na figura anterior. Isso faz com que na pratica seja necessário colocar na balança os *trade-offs*

existentes entre as opções de layout que existem para que seja definida aquela opção que trará o melhor retorno operacional para a empresa. O quadro 5 apresenta as sobreposições existentes para processos industriais.

Quadro 5 - Correlação entre tipos de layout e tipos de processos quanto ao volume e variedade

Tipo de processo	Tipo de layout	Tipo de serviço
Processo por projeto	Layout posicional	Serviços profissionais
Processo tipo <i>jobbing</i>		
Processo tipo batelada	Layout por processo	Lojas de serviço
	Layout celular	
Processo em massa	Layout por produto	Serviços em massa
Processo contínuo		

Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002).

2.8. TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA PROJETO DE LAYOUT

Neumann & Scalice (2015) definem que cada tipo de layout se utiliza de uma técnica e ferramenta diferente para sua elaboração. O quadro 6 apresenta resumidamente a relação entre os tipos básicos de layout com as principais técnicas e ferramentas utilizadas em projetos de layout. Em seguida serão citadas e brevemente explicadas algumas das principais ferramentas clássicas para projetos de layout.

Quadro 6 - Técnicas e ferramentas utilizadas para projetos de layout

Layout	Técnicas
Posicional	Análise da alocação dos recursos. Utiliza o Sistema Gerencial do PERT/CPM para sequenciar as tarefas ao longo do tempo.
Produto	Procura-se otimizar o tempo dos operadores e máquinas, fazendo o que se chama de 'balanceamento da linha'.
Processos	Fluxogramas, Diagramas de fluxos, Diagramas de afinidades, carta de relacionamentos.
Celular	Análise do fluxo de produção. Tecnologia de Grupos. Balanceamento, Roteiros de Operação padrão (ROP).

Fonte: Neumann & Scalice (2015).

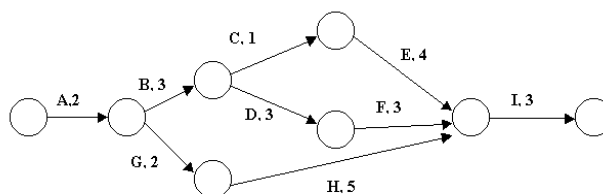
2.8.1. PERT/CPM

Utilizada em projetos de layout posicional, o método do PERT/CPM, ou método do caminho crítico são técnicas que, a partir da ordenação das atividades se faz possível a montagem de gráficos para possibilitar o estudo do planejamento do projeto e, conseqüentemente, as necessidades de recursos e espaços para execução de cada atividade, Neumann & Scalice (2015).

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), esse método se baseia na análise do caminho mais curto para a realização de certas atividades em um processo produtivo. As relações de precedência entre as atividades são evidenciadas pela rede PERT e possibilitam o cálculo do tempo total da duração

do projeto, assim como o conjunto de atividades principais e de apoio, pois todas essas atividades necessitam de atenção especial, caso contrário os atrasos em sua execução e o aumento dos custos irão causar impacto em todo o projeto.

Figura 11 - Exemplo de PERT/CPM



Fonte: Martis e Laugeni (2005)

2.8.2. CARTAS DE-PARA

Essa ferramenta é comumente aplicada a processos produtivos onde envolvem grande variedade de produtos, como por exemplo, no arranjo físico funcional. Nessa carta é definida toda a movimentação do produto, desde o ponto de origem ao ponto de destino, criando assim, o fluxo do produto mapeado. Isso acontece para que seja possível visualizar todos os pontos de movimentação ao longo do processo e torna-se possível classificar o nível do fluxo (Krajewski e Ritzman, 2009).

Diante do exposto acima, as cartas de-para são estruturadas em formas de matrizes e são uma boa ferramenta para reduzir os custos de transporte de mercadorias entre departamentos, como por exemplo no caso de layout funcional, onde se tem uma grande variedade de produtos (Neumann & Scalice, 2015).

A tabela 2 mostra um exemplo de uma Carta De-Para.

Tabela 2 - Exemplo de Carta De-Para

Setor	Carga	Distância	Custo	Total
A-B	240	36	R\$ 10,00	R\$ 86.400,00
A-C	240	12	R\$ 2,00	R\$ 5.760,00
A-D	240	30	R\$ 5,00	R\$ 36.000,00
A-E	280	18	R\$ 2,00	R\$ 10.080,00
A-F	200	48	R\$ 10,00	R\$ 96.000,00
B-C	180	48	R\$ 10,00	R\$ 86.400,00
B-D	240	30	R\$ 5,00	R\$ 36.000,00
B-E	220	18	R\$ 2,00	R\$ 7.920,00
B-F	140	12	R\$ 2,00	R\$ 3.360,00
C-D	120	18	R\$ 2,00	R\$ 4.320,00
C-E	140	30	R\$ 5,00	R\$ 21.000,00
C-F	120	36	R\$ 10,00	R\$ 43.200,00
D-E	100	12	R\$ 2,00	R\$ 2.400,00
D-F	120	18	R\$ 2,00	R\$ 4.320,00
E-F	140	30	R\$ 5,00	R\$ 21.000,00
Custos totais				R\$ 464.160,00

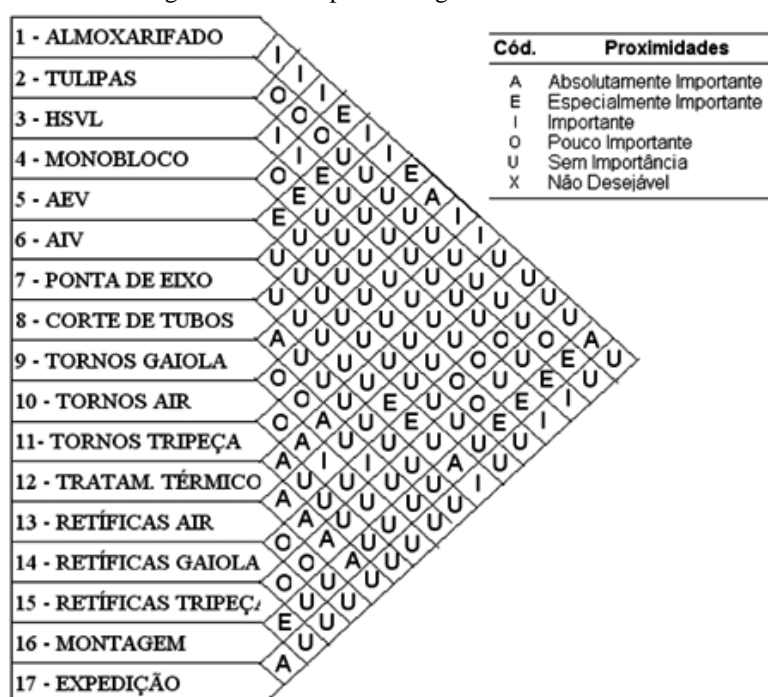
Fonte: Autor (2015).

2.8.3. DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS OU AFINIDADES

Segundo Filho (2009) o diagrama de afinidades tem por objetivo a alocação de departamentos, que interajam entre si, de forma mais próxima o possível, respeitando o espaço disponível.

Para isso, esse diagrama é estruturado em forma de matriz diagonal, e utiliza uma escala de afinidades entre departamentos para definir o grau de proximidade entre eles na hora de elaboração do layout. Respeitado o grau de proximidade dos departamentos, na hora da elaboração do layout, deve-se analisar que quanto maior o grau de afinidade, maior a necessidade de proximidade entre os departamentos (Neumann & Scalice, 2015).

Figura 12 - Exemplo de diagrama de afinidades



Fonte: Tortorella (2008).

Segundo Lee (1998) as afinidades são os fatores que influenciam diretamente na necessidade de uma proximidade ou não entre os setores ou postos de trabalho. Elas são ferramentas importantes para a elaboração do layout que proporcionam as possibilidades de alocação dos departamentos.

2.8.4. CARTA MULTIPROCESSO

Segundo Neumann & Scalice (2015), essa técnica também pode ser denominada de carta de processos múltiplos. Essa é uma técnica em que é apresentado o roteiro de fabricação de diferentes produtos em uma única carta. É feita em formato de matriz, onde fica relacionado os processos com os produtos produzidos pelas operações.

Pascini (2006) define que para a realização de uma carta de processos para vários produtos fazemos inicialmente uma relação de todas as operações realizadas em qualquer sequência.

Fazemos então uma carta de processo para cada produto em separado. Na lista de operações registramos os fluxos dos vários produtos, tirados das cartas de processo individuais, colocando-os lado a lado.

O fluxo ótimo de material é obtido rearranjando a lista de operações, a fim de conseguirmos uma linearização do fluxo geral.

Figura 13 - Exemplo de carta multiprocesso

Peça Processo	A	B	C	D	E	F
1. Cortar	①	①	①		①	①
2. Entalhar	②	②	②	①		
3. Estirar		③	④	②	③	③
4. Furar	③		③		②	②
5. Dobrar	④	④		③	④	④
6. Aplainar		⑤	⑤	④	⑤	

Fonte: Moraes (2013).

Para que seja possível o alcance do fluxo ótimo de material, algumas regras de avaliação devem ser seguidas para que o fluxo seja o melhor possível. É necessário atribuir pontuação para cada deslocamento de peça ao longo do processo. Em situações onde o deslocamento é no sentido de avançar no fluxo de produção, é atribuído a pontuação de 2 pontos para o avanço entre etapas subsequentes e atribui-se 1 ponto para etapas que não são subsequentes. Em contrapartida, nos casos onde há um retorno entre maquinários durante o processo, atribui-se uma perda de 2 pontos para deslocamento entre etapas imediatamente anteriores e atribui-se a perda de 1 ponto para etapas que não são imediatamente anteriores (Neumann & Scalice 2015).

O objetivo é que após somadas as pontuações de cada peça, obtenha-se o maior somatório o possível, o que significa que, de maneira geral, os processos estão seguindo o fluxo de produção, minimizando ou até mesmo excluindo as voltas de maquinário (Neumann & Scalice 2015).

2.8.5. TECNOLOGIAS DE GRUPO

As tecnologias de grupos são usadas para a formação de arranjos físicos onde são prevalecidos os tipos de layout celular (Neumann & Scalice, 2015).

Para Dalmas (2004) de maneira geral, pode-se conceituar a Tecnologia de Grupo como sendo uma filosofia que define a solução de problemas explorando semelhanças, para se obter vantagens operacionais e econômicas mediante um tratamento desse grupo.

Black (1998) destaca que a tecnologia de grupo envolve a junção de peças similares em famílias. Produtos/peças com formas/dimensões semelhantes podem ser fabricados seguindo um mesmo roteiro de produção e compartilhando o mesmo processo/máquinas.

Existem inúmeros métodos de formação de famílias. Neumann & Scalice (2015) destacam alguns métodos importantes, os quais serão explicados nos tópicos abaixo:

2.8.5.1. CLUSTER IDENTIFICATION ALGORITHM (CIA)

Proposto por Iri (1968) o *Cluster Identification Algorithm*, denominado CIA identifica se uma matriz possui blocos diagonais, que podem constituir uma solução ótima. O processo consiste em desconsiderar, esconder as colunas de elementos 1s em uma dada linha da matriz, em seguida, esconder os as linhas em que se encontram os elementos 1s das colunas desconsideradas anteriormente. O algoritmo deve ser repetido até que o numero de colunas e linhas pare de aumentar, como resultado, blocos diagonais podem ser obtidos constituindo assim, uma solução válida.

2.8.5.2. SINGLE LINKAGE CLUSTERING (SLC)

Neumann & Scalice (2015) definem o *Single Linkage Clustering* (SLC) como sendo um algoritmo que se baseia em medidas de similaridade mais conhecido. Esse algoritmo utiliza como medida de similaridade o coeficiente de *Jaccard*.

Definida a medida de similaridade, os algoritmos seguem à mesma lógica de agrupamento.

Neumann & Scalice apud Seiffodini (1989) descrevem o procedimento de aplicação do algoritmo SLC onde este contém sete etapas e serve como base para se entender como funciona esse tipo de algoritmo. Abaixo as etapas para aplicação do procedimento:

- Etapa 1: Obter a matriz de incidência a qual representa a situação que se pretende estudar;

- Etapa 2: Definir o coeficiente de similaridade que será utilizado para calcular a medida de *Jaccard*;
- Etapa 3: Calcular a similaridade entre cada par de máquina;
- Etapa 4: Formar as primeiras células com os valores mais altos encontrados para a similaridade;
- Etapa 5: Definir os valores limites, os quais serão o parâmetro utilizado para que se estabeleça o nível de similaridade que duas ou mais máquinas devem possuir;
- Etapa 6: Estabelecer as diferentes configurações de agrupamentos, baseando-se em diminuições gradativas do valor limite e usando a seguinte lógica:
 - Máquinas ou grupos de máquinas com medidas de similaridade inferior ao valor limite deverão ser agrupadas em células maiores;
 - Máquinas ou grupo de máquinas com medidas de similaridade igual ou superior aos valores limite formam células entre si.
- Etapa 7: Repetir o passo anterior até que se consiga agrupar adequadamente todas as máquinas.

2.8.5.3. RANK ORDER CLUSTERING (ROC)

O método ROC foi desenvolvido por King (KING, 1980). Foi escolhido este método devido à sua simplicidade de aplicação e programação computacional. Essas características permitem ao método ser aplicado em qualquer processo de forma rápida e eficiente. A descrição do método é apresentada a seguir.

Tabela 3 - Matriz Peça/Máquina

		Máquina			
		Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4
Peça	Peça 1	1	1	1	0
	Peça 2	0	1	1	0
	Peça 3	1	0	0	0
	Peça 4	0	1	0	1
	Peça 5	0	1	1	1

Fonte: Autor (2015).

A Tabela 3 mostra um exemplo de matriz peça/máquina. O objetivo do método ROC e de outros algoritmos é diagonalizar a matriz de forma que possa ser facilmente identificado as famílias de peças e as suas correspondentes máquinas.

As etapas da diagonalização da matriz são apresentadas a seguir (GONÇALVES FILHO, 2005):

- Etapa 1: Conceda a cada linha da matriz peça-máquina o correspondente número binário (da direita para a esquerda). Determine seu equivalente decimal e classifique as linhas em ordem decrescente desses valores decimais.
- Etapa 2: Caso a ordem das linhas e a ordem dada pela classificação anterior forem iguais deve-se finalizar o procedimento, senão efetue etapa 3.
- Etapa 3: Reorganize as linhas da matriz peça/máquina de acordo com a ordem obtida na etapa 1. Ler cada coluna da nova matriz como um número binário. Determinar o equivalente decimal e classificar as colunas em ordem decrescente desses valores.
- Etapa 4: Efetuar essas etapas até a matriz ficar diagonalizada ou não mais se alterar.

2.8.5.4. *DIRECT CLUSTERING ALGORITHM (DCA)*

O método DCA foi proposto por Chan e Milner (1982) para formar grupos compactos junto à diagonal da matriz partes/máquinas. O algoritmo reorganiza a matriz movendo as linhas com células positivas mais à esquerda para o topo e colunas com células positivas mais ao topo para a esquerda, onde uma célula positiva significa $a_{ij}=1$. Efeitos idênticos resultam partindo-se de qualquer matriz inicial, ao contrário de ROC. DCA não tem qualquer limitação de tamanho devido ao tamanho da palavra e converge em relativamente poucas iterações.

Chan e Milner (1982) desenvolveram esse algoritmo que consiste nos seguintes passos:

- Etapa 1: Determinar o número total de elementos 1 em cada linha e em cada coluna da matriz de incidência;
- Rearranjar as linhas na ordem crescente do número total de elementos 1;
- Rearranjar as colunas na ordem decrescente do número total de elementos 1;
- Repetir os passos de 1 a 3 até que não haja nenhuma mudança de posição dos elementos da matriz.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Este estudo de caso foi elaborado em uma indústria de confecção responsável por elaborar o projeto e confeccionar roupas para qualquer empresa ou pessoa em diversas cores e modelos, podendo ter bordados ou outros tipos de costura. Os produtos produzidos pela empresa são: camisetas, polos, calça, casaco, camisa e avental.

Com a proposta de oferecer qualidade e inovação em confecções de roupas para empresas e pessoas, a empresa atua no mercado de brasiliense há mais de 10 anos, desde 2003 quando o governo do Distrito Federal criou a região com a finalidade de ajudar a produção de vestuário no DF.

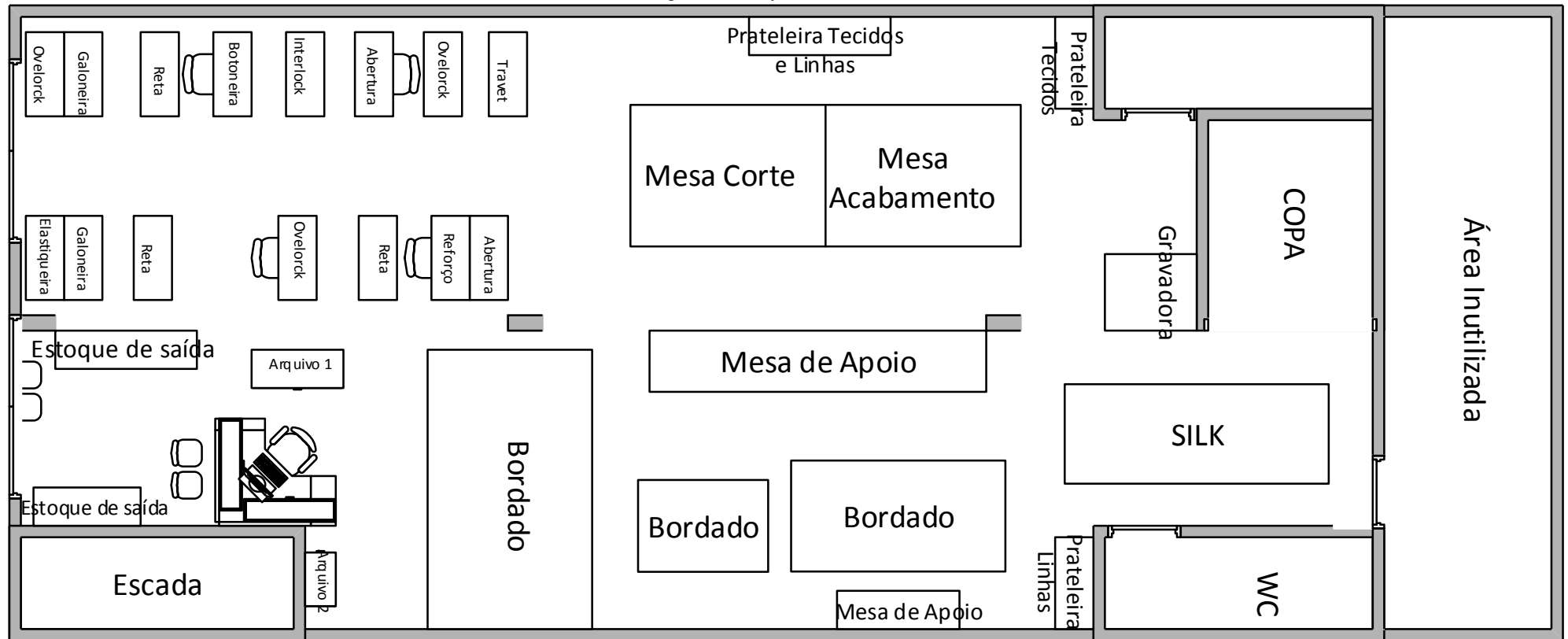
Localizada no Polo de Modas do Guará desde então, a indústria vem crescendo com o passar do tempo e, atualmente consegue atender uma gama de clientes variados que demandam uma média de 3500 unidades dentre os produtos oferecidos pela empresa.

3.2. ESPAÇO FÍSICO

Atualmente as máquinas e mesas estão alocadas dentro de espaço sem projeto e muito menos seguindo o fluxo de produção dos produtos, o que remete a ideia de que foram alocados em seus lugares sem planejamento algum. Em conversa com a proprietária da confecção, ela informou que ao adquirir produtos novos, estes iam sendo colocados onde teriam espaços disponíveis.

O terreno da fábrica possui um tamanho total de 200 m² totalmente ocupado pela construção e, por ser uma confecção de pequeno porte, não apresenta uma área destinada a estoque muito grande, fazendo com que este fique por baixo das mesas de corte e acabamento ou até mesmo em prateleiras conforme podemos ver na Figura 14.

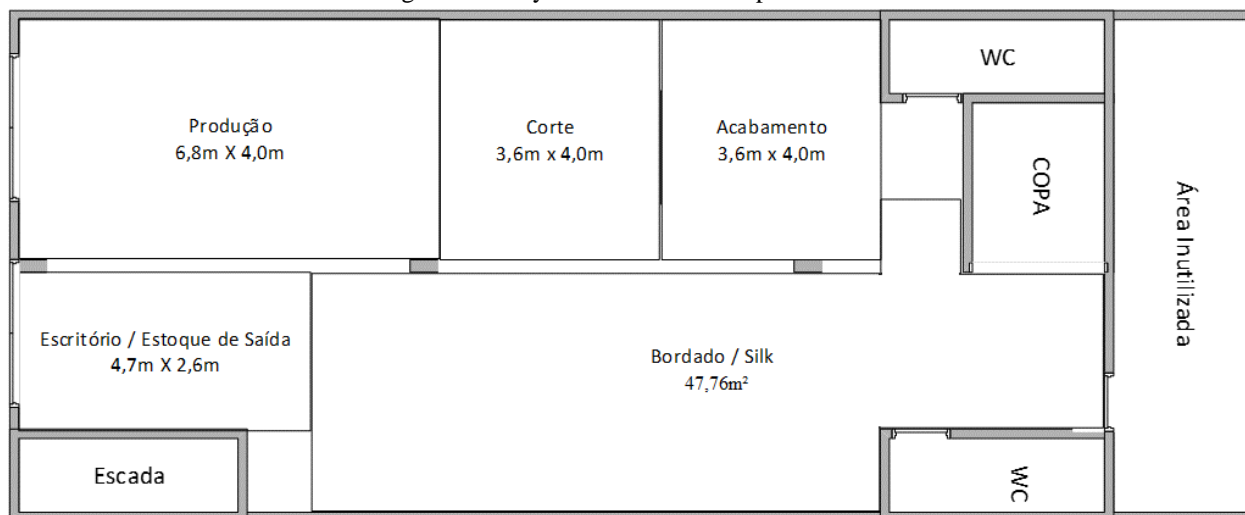
Figura 14 - Layout Atual



Fonte: Autor, (2015).

Como podemos ver pela figura anterior, o layout da organização é definido como sendo de layout por processos, pois seu layout é estruturado para que em cada setor seja realizado um processo de produção presente na confecção. A figura 15 ilustra o layout atual dividido por setores de produção.

Figura 15 - Layout inicial dividido por setores

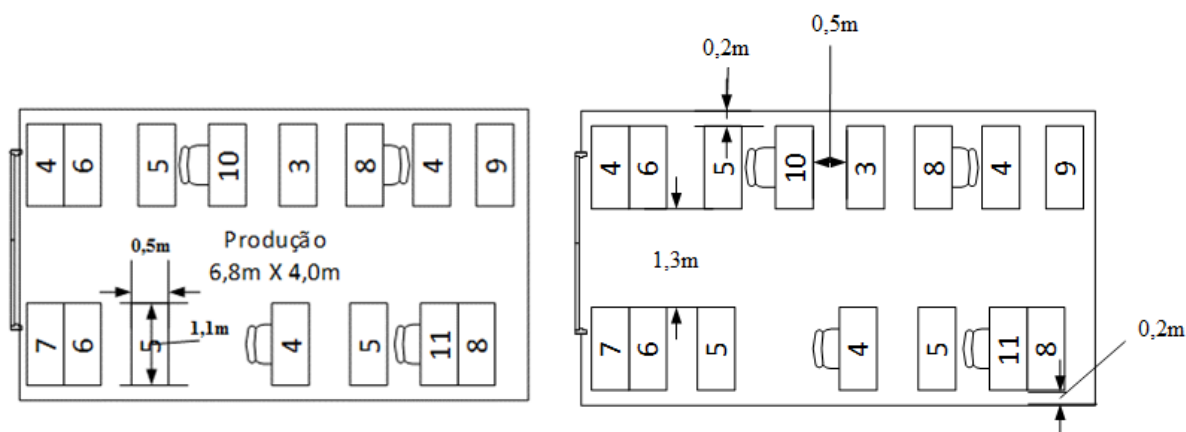


Fonte: Autor (2016).

As figuras de 16 a 20 irão mostrar as dimensões de todos os equipamentos e as distâncias existentes entre eles, respectivamente, separados por setores de produção. Os nomes dos equipamentos e maquinários foram substituídos por números a fim de deixar a visualização do desenho mais leve, visto que os nomes dos equipamentos já estão explicitados no layout acima.

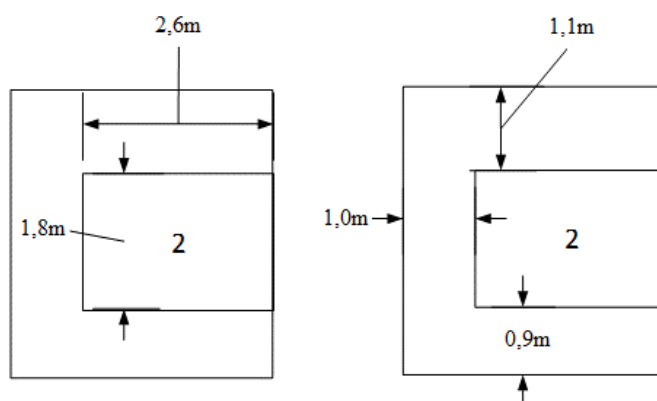
Todos os dados relacionados a medições foram coletados de forma manual pelo elaborador do projeto. Algumas rotinas da fábrica foram identificadas por meio da técnica de observação devido a indisponibilidade de dados

Figura 16 - Dimensão dos equipamentos e distância entre equipamentos no setor de Produção



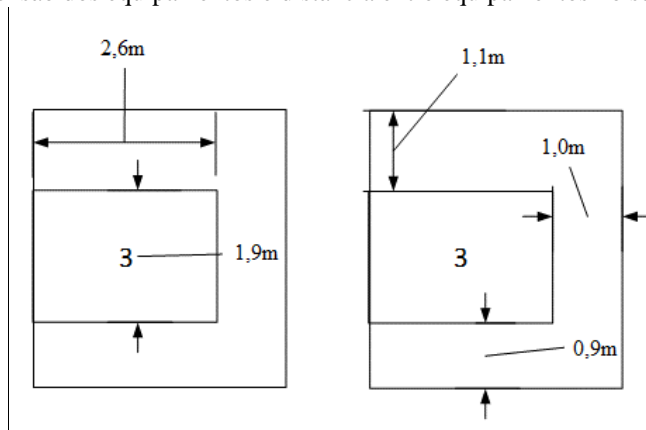
Fonte: Autor (2016).

Figura 17 – Dimensão dos equipamentos e distância entre equipamentos no setor de Corte



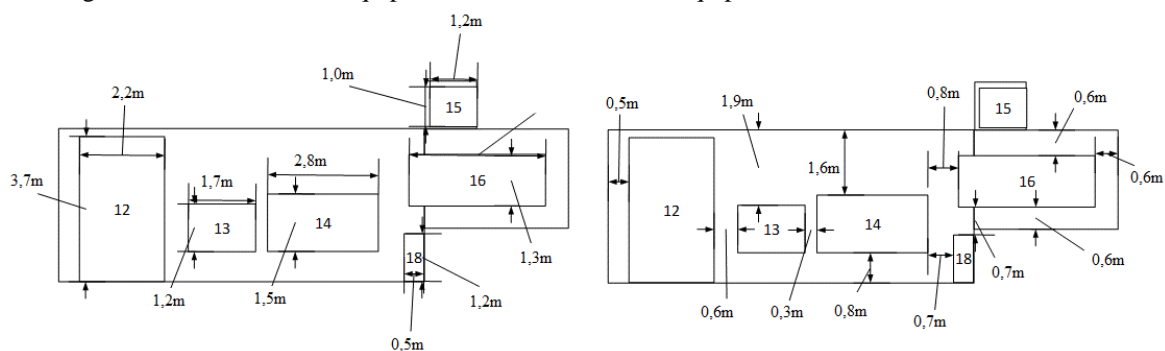
Fonte: Autor (2016).

Figura 18 - Dimensão dos equipamentos e distância entre equipamentos no setor de Acabamento



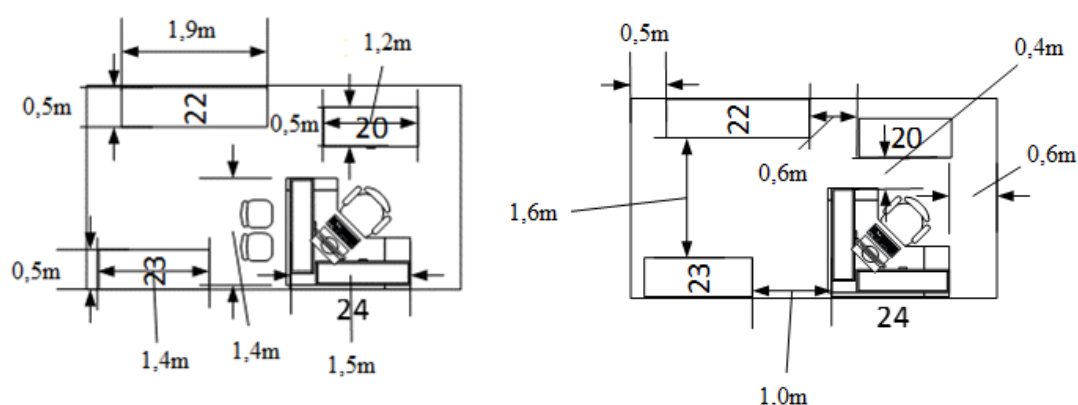
Fonte: Autor (2016).

Figura 19 - Dimensão dos equipamentos e distância entre equipamentos no setor de Bordado / Silk



Fonte: Autor (2016).

Figura 20 - Dimensão dos equipamentos do setor de Escritório / Estoque de Saída



Fonte: Autor (2016).

Para facilitar o entendimento das imagens mostradas anteriormente, abaixo se encontra uma legenda dos maquinários e a posição destes nas imagens.

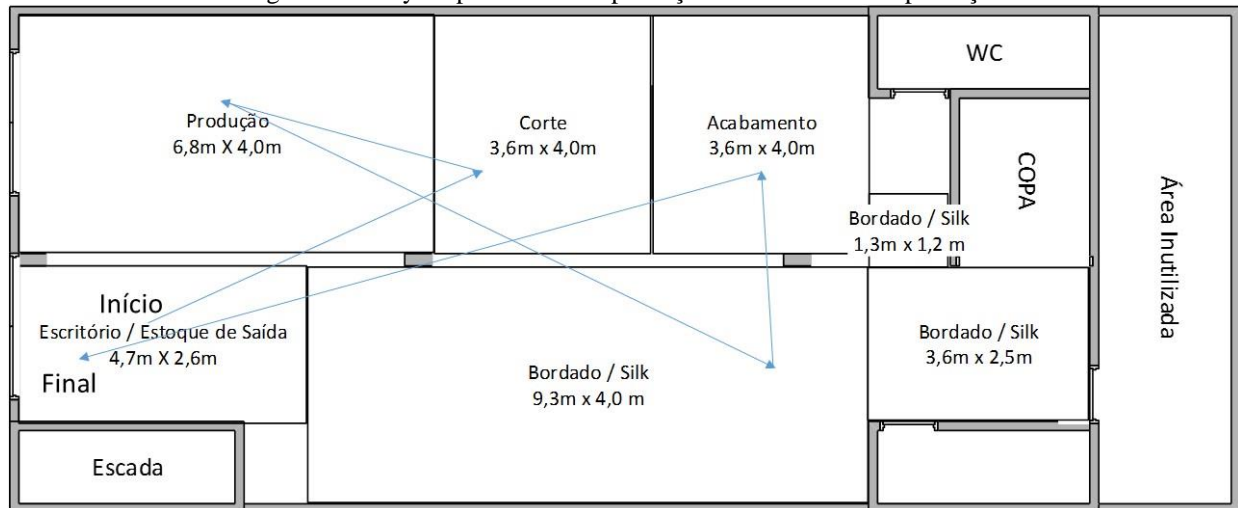
Tabela 4 - Dimensão dos equipamentos

Número	Máquina	Quantidade	Comprimento (m)	Largura (m)
1	Acabamento	1	1,85	2,55
2	Corte	1	1,85	2,55
3	Interlock	1	1,10	0,50
4	Overlock	3	1,10	0,50
5	Reta	3	1,10	0,50
6	Galoneira	2	1,10	0,50
7	Elastiqueira	1	1,10	0,50
8	Abertura	2	1,10	0,50
9	Travet	1	1,10	0,50
10	Botoneira	1	1,10	0,50
11	Reforço	1	1,10	0,50
12	Bordado 1	1	1,45	2,80
13	Bordado 2	1	1,20	1,70
14	Bordado 3	1	3,65	2,15
15	Gravadora a vácuo	1	1,00	1,20
16	Silk	1	1,30	3,45
17	Prateleira Tecidos	1	1,20	0,50
18	Prateleira Linhas	1	1,20	0,50
19	Prateleira Tecidos e Linhas	1	1,85	0,50
20	Arquivo 1	1	1,20	0,50
21	Arquivo 2	1	0,40	0,70
22	Estoque de saída 1	1	1,85	0,50
23	Estoque de saída 2	1	1,40	0,50
24	Mesa de atendimento	1	1,40	1,50

Fonte: Autor (2016).

Para finalizar a caracterização do layout da empresa, a figura 21 ilustra a planta do espaço físico dividido pelos setores de produção contendo o fluxo geral de produção dos produtos.

Figura 21 – Layout por setores de produção com os fluxos de produção



Fonte: Autor (2016).

3.3. DADOS DE ENTRADA

De acordo com o método do SLP o primeiro passo para o planejamento do layout é a obtenção dos dados de entrada, que de acordo com o método são designados pelas iniciais PQRST (produtos, quantidade, roteiro, suporte e tempo).

A partir disso, os dados abaixo apresentados foram recolhidos diretamente na empresa por meio de entrevistas e conversas informais.

3.3.1. PRODUTO

A indústria é responsável pela fabricação de 6 tipos produtos diferentes sob encomenda. Estes produtos são avental, camisa, camiseta, calça, casaco e polo. Os produtos são todos produzidos em tecidos de algodão e obedecem o mesmo fluxo geral de produção. Contudo, quando chegam na etapa de produção, cada produto passa por máquinas de costuras pertinentes a ele.

3.3.2. QUANTIDADE

Em consulta a proprietária da organização, esta informou os dados de produção do ano de 2014.

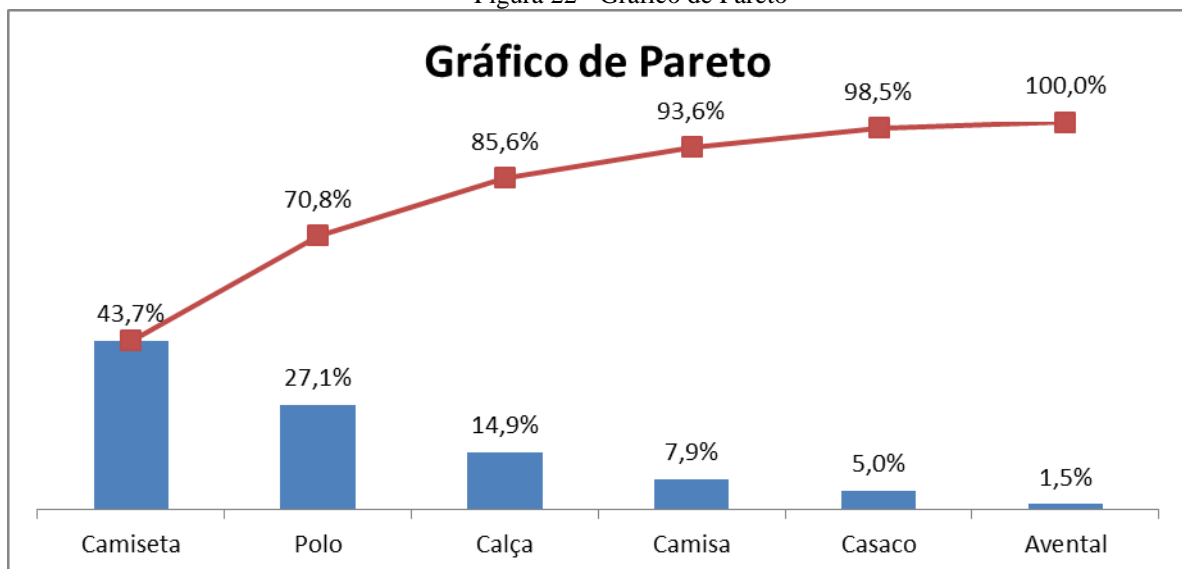
Tabela 5 - Histórico de Produção

Histórico de Produção								
Ano	Mês	Produto						Total
		Avental	Calça	Camisa	Camiseta	Casaco	Polo	
2014	Janeiro	46	459	245	1332	153	826	3061
2014	Fevereiro	53	533	284	1544	178	959	3551
2014	Março	52	525	280	1522	175	945	3499
2014	Abril	49	486	259	1411	162	876	3243
2014	Maio	53	530	282	1536	177	953	3531
2014	Junho	47	474	253	1375	158	853	3160
2014	Julho	54	537	286	1558	179	967	3581
2014	Agosto	48	477	254	1383	159	859	3180
2014	Setembro	45	450	240	1305	150	810	3000
2014	Outubro	53	532	284	1543	177	957	3546
2014	Novembro	53	530	283	1536	177	953	3532
2014	Dezembro	50	503	268	1677	168	1041	3707
Total		603	6036	3218	17722	2013	10999	40591
Média por mês		50	503	268	1477	168	917	3383
Média por dia		3	25	13	74	8	46	169

Fonte: Autor (2015).

Ao observar a tabela 5, observa-se que no ano de 2014 a fábrica produziu um total de 40591 peças de roupa e que o maior volume de produção veio a partir da venda de camisetas. A partir desses dados, foi possível fazer um Gráfico de Pareto para fosse possível ter um maior entendimento da quantidade de produtos produzidos pela fábrica e o impacto desses na produção total da indústria.

Figura 22 - Gráfico de Pareto



Fonte: Autor (2015).

Ao analisar o gráfico 22, podemos perceber que três produtos são responsáveis por 85,6% da produção total da fábrica. Sendo assim é de suma importância que, ao projetarmos o novo layout da indústria, levamos em conta os produtos que apresentam o maior volume de produção.

Para as demonstrações seguintes, serão mostrados apenas os produtos que representam os 85,6% da produção total da fábrica, são eles: camiseta, polo e calça, respectivamente.






3.3.3. ROTEIRO

O roteiro de produção tem como objetivo definir a engenharia do processo de cada produto, mostrando todo o caminho que o produto passa quando é produzido.

Diante disso, abaixo é explicitado o roteiro de produção de cada produto separadamente. Contudo, como todos os produtos passam pelos mesmos departamentos ao longo do processo, foi apresentado um fluxo geral de todos os produtos. A diferença entre os produtos está no departamento de produção, onde cada produto passar por uma máquina diferente.















As figuras 24,25 e 26 irão mostrar o roteiro de produção dos 3 principais produtos produzidos pela fábrica, segundo a simbologia utilizada pelo padrão ASME, conforme legenda apresentada na Figura 23.

Figura 23 – Simbologia padrão ASME

Legenda	
Símbolo	Atividade
	Transporte
	Operação
	Controle
	Armazenagem
	Espera


















Fonte: Adaptado de Gilbreth (1921).

Figura 24 - Roteiro - Camiseta

Camiseta	
Fluxo de Produção	Atividades
	Transporte de Matéria Prima do estoque para corte
	Cortar Tecido
	Encaminhar para produção
	Realizar costura
	Operar Máquina Overlock
	Operar Máquina Galoneira
	Operar Máquina Reforço
	Enviar para bordar/silk
	Aplicar bordado/silk
	Enviar para arremate
	Realizar acabamento
	Empacotar produto
	Enviar para estoque de saída
	Estoque de saída

Fonte: Autor (2015).

Figura 25 - Roteiro - Polo

Polo	
Fluxo de Produção	Atividades
	Transporte de Matéria Prima do estoque para corte
	Cortar Tecido
	Encaminhar para produção
	Realizar costura
	Operar Máquina de Abertura
	Operar Máquina Reta
	Operar Máquina Travet
	Operar Máquina overlock
	Operar Máquina Galoneira
	Operar Máquina Botoneira
	Enviar para bordar/silk
	Aplicar bordado/silk
	Enviar para arremate
	Realizar acabamento
	Empacotar produto
	Enviar para estoque de saída
	Estoque de saída

Fonte: Autor (2015).

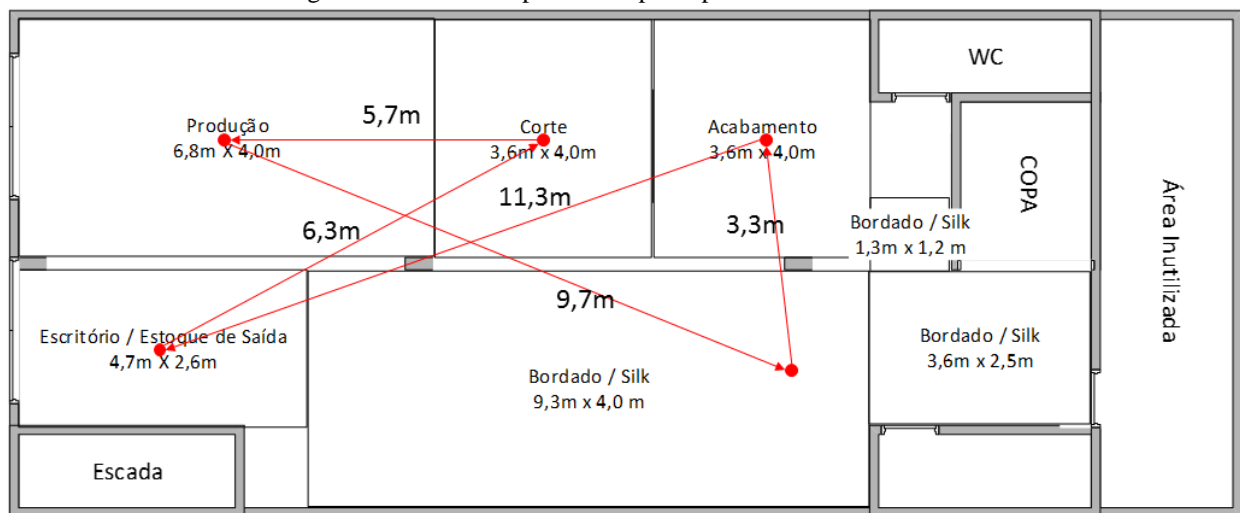
Figura 26 - Roteiro - Calça

Calça	
Fluxo de Produção	Atividades
↓	Transporte de Matéria Prima do estoque para corte
●	Cortar Tecido
↓	Encaminhar para produção
●	Realizar costura
●	Operar Máquina Interlock
●	Operar Máquina Elástica
↓	Enviar para bordar/silk
●	Aplicar bordado/silk
↓	Enviar para arremate
■ ●	Realizar acabamento
●	Empacotar produto
↓	Enviar para estoque de saída
▽	Estoque de saída

Fonte: Autor (2015).

A figura 27 ilustra a distância percorrida por um produto desde sua entrada no sistema até sua saída para o estoque final, em cada setor da empresa.

Figura 27 – Distância percorrida pelos produtos entre os setores



Fonte: Autor (2015).

Neste caso, devido ao layout atual, a soma de todas as distâncias percorridas pelos três principais produtos é de 36,3 metros. Para o cálculo das distâncias foram considerados os centros geográficos de cada setor da empresa e somados as distâncias entre eles em seguida, conforme explicação na Tabela 6.

Tabela 6 - Distância entre os setores da empresa

DE - PARA	Distância entre setores (m²)				
	Escritório / Estoque de Saída	Produção	Corte	Acabamento	Bordado / Silk
Escritório / Estoque de Saída	-	-	6,3	-	-
Produção	-	-	-	-	9,7
Corte	-	5,7	-	-	-
Acabamento	11,3	-	-	-	-
Bordado / Silk	-	-	-	3,3	-

Fonte: Autor (2016).

A partir da 6, pode-se calcular a distância total percorrida pelos produtos durante sua produção por meio do somatório de todas as distâncias presentes na tabela. Sendo assim,

$$\text{Distância Total} = 11,3 + 5,7 + 6,3 + 3,3 + 9,7 = 36,3 \text{ metros.}$$

O próximo passo foi a elaboração da carta de processos múltiplos que contém o fluxo de produção dos três principais produtos. Os números da tabela indicam a sequência de produção de cada produto em cada máquina. A Figura 28 ilustra a carta.

Figura 28 - Carta de Processos Múltiplos

Máquina / Produto	Calça	Camiseta	Polo
Corte	1	1	1
Interlock	2		
Overlock		2	2
Reta			3
Galoneira		3	4
Elastiqueira	3		
Abertura			5
Travet			6
Botoneira			7
Reforço		4	
Bordado / Silk	4	5	8
Limpeza	5	6	9
Empacotamento	6	7	10

Fonte: Autor, (2015).

Considerando que os fluxos de produção dos produtos já estão ordenados em sequência, não foi necessário aplicar as regras de pontuação da carta multiprocesso para alterar a disposição das máquinas.

3.3.4. SUPORTE

A confecção conta com alguns processos e atividades de suporte que dão sustentação ao processo principal da empresa que é a confecção. Apesar de ser uma empresa bem pequena, a confecção apresenta estrutura de recursos humanos definida, também apresenta um processo de compra de matéria prima robusto e consolidado com os fornecedores, apresenta um processo de gestão financeira eficiente, apesar de a dona da empresa dizer que necessita de alguns ajustes quanto a este processo.

3.3.5. TEMPO

Foram levantados também os tempos de produção de cada produto por meio de entrevistas com os operadores das máquinas. A tabela 7 ilustra o tempo de produção de cada produto em cada setor da fábrica.

Tabela 7 - Tempos de Produção dos Produtos

Tempos de Produção (min)															
Produto	Corte	Produção									Bordado	Silk	Limpeza	Empacotamento	Tempo Total
		Interlock	Overlock	Reta	Galoneira	Elastiqueira	Abertura	Travet	Botoneira	Reforço					
Avental	2			3							2	4	1	1	12
Calça	3	3				3					2	3	2	1	15
Camisa	5	3		4					4		2	4	2	1	24
Camiseta	2		3		3					3	2	5	2	1	19
Casaco	7		4	4	4						4	5	3	1	30
Polo	3		2	2	2		2	2	3		2	4	3	1	23

Fonte: Autor (2015).

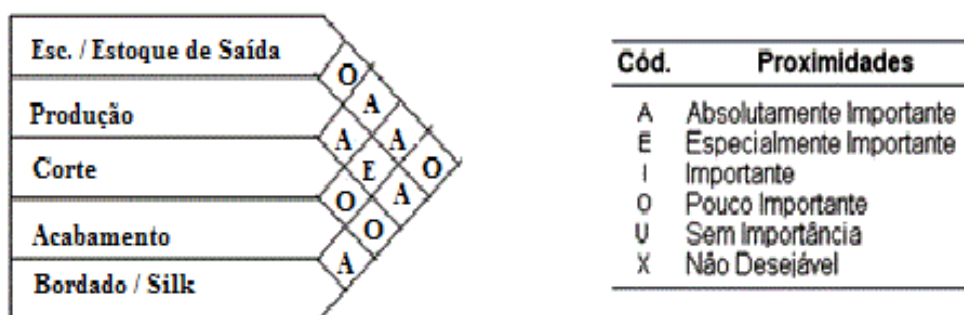
Os dados não foram utilizados na elaboração do projeto, pois houve a preferência de analisar outros aspectos de produção ao invés do aspecto de tempo.

3.4. DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

O método do SLP propõe que ao coletar os dados de entrada, seja feito o diagrama de relacionamentos, pois é necessário definir a relação existente entre os departamentos para que seja possível remanejar os equipamentos a fim de que os setores com maior afinidade estejam mais próximos. Para fazer essa relação foi utilizado o Diagrama de Relacionamentos, conforme já explicado anteriormente e ilustrado na Figura 29. As relações foram atribuídas de forma qualitativa de modo que os departamentos que dão sequência ao fluxo de produção receberam

um grau alto de afinidade e departamentos que não sequenciam a produção receberam um grau de afinidade menor.

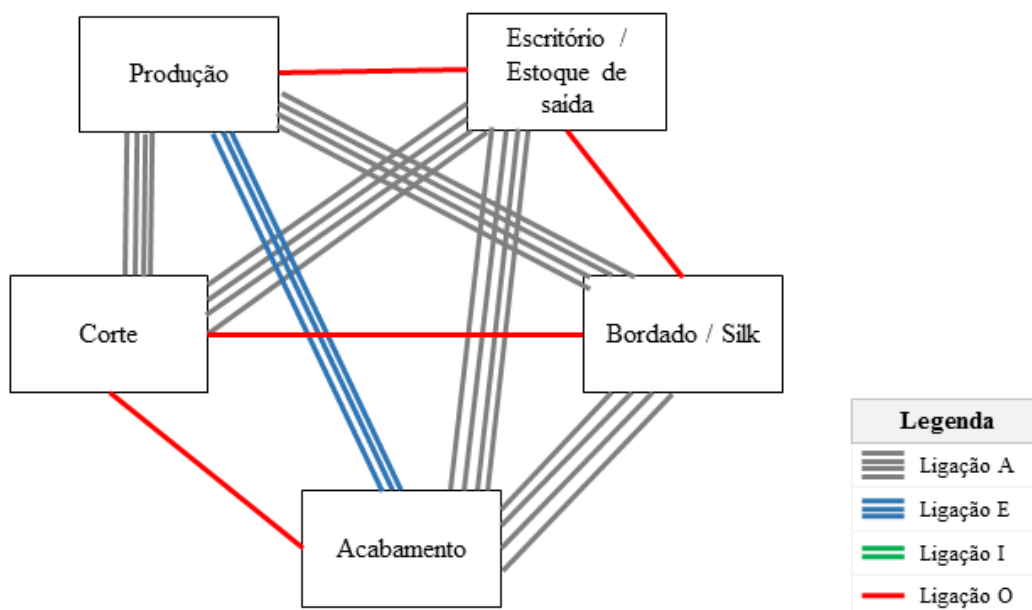
Figura 29 - Diagrama de Relacionamentos



Fonte: Autor, (2015).

Definidos os relacionamentos existentes entre os setores da empresa, é necessário estabelecer as ligações entre eles de acordo com as afinidades coletadas por meio de entrevistas com a proprietária da empresa. A Figura 30 ilustra as ligações existente entre os setores da empresa.

Figura 30 - Ligações existentes entre os setores



Fonte: Autor (2016).

Após realizadas as ligações existentes entre os setores, foi possível definir a afinidade existente em cada setor. A partir daí é possível definir a posição dos setores da empresa obedecendo a prioridade das ligações. Contudo, é necessário, também, observar a dimensão dos equipamentos e de espaço para analisar a possibilidade de alocação de cada setor. A tabela 8 mostra a necessidade de espaço para a fábrica produzir.

Tabela 8 – Necessidade de espaço

Setor de Produção	Área dos objetos possíveis de deslocamento				Superfície Estática		Superfície Gravitacional		Superfície de Circulação	
	Máquina	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m²)	Quantidade	Área Total (Se)	N de Lados	Sg	k	Sc
Acabamento	Mesa Acabamento	1,85	2,55	4,72	1	4,72	4,00	18,87	0,50	11,79
Corte	Mesa Corte	1,85	2,55	4,72	1	4,72	4,00	18,87	0,50	11,79
Produção	Interlock	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Produção	Overlock	1,10	0,50	0,55	3	1,65	1,00	4,95	0,50	3,30
Produção	Reta	1,10	0,50	0,55	3	1,65	1,00	4,95	0,50	3,30
Produção	Galoneira	1,10	0,50	0,55	2	1,10	1,00	2,20	0,50	1,65
Produção	Elastiqueira	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Produção	Abertura	1,10	0,50	0,55	2	1,10	1,00	2,20	0,50	1,65
Produção	Travet	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Produção	Botoneira	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Produção	Reforço	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Bordado / Silk	Bordado 1	1,45	2,80	4,06	1	4,06	1,00	4,06	0,50	4,06
Bordado / Silk	Bordado 2	1,20	1,70	2,04	1	2,04	1,00	2,04	0,50	2,04
Bordado / Silk	Bordado 3	3,65	2,15	7,85	1	7,85	1,00	7,85	0,50	7,85
Bordado / Silk	Gravadora a vácuo	1,00	1,20	1,20	1	1,20	1,00	1,20	0,50	1,20
Bordado / Silk	Silk	1,30	3,45	4,49	1	4,49	2,00	8,97	0,50	6,73
Produção	Prateleira Tecidos	1,20	0,50	0,60	1	0,60	1,00	0,60	0,50	0,60
Bordado / Silk	Prateleira Linhas	1,20	0,50	0,60	1	0,60	1,00	0,60	0,50	0,60
Produção	Prateleira Tecidos e Linhas	1,85	0,50	0,93	1	0,93	1,00	0,93	0,50	0,93
Escritório / Estoque de Saída	Arquivo 1	1,20	0,50	0,60	1	0,60	1,00	0,60	0,50	0,60
Escritório / Estoque de Saída	Arquivo 2	0,40	0,70	0,28	1	0,28	1,00	0,28	0,50	0,28
Escritório / Estoque de Saída	Estoque de saída 1	1,85	0,50	0,93	1	0,93	1,00	0,93	0,50	0,93
Escritório / Estoque de Saída	Estoque de saída 2	1,40	0,50	0,70	1	0,70	1,00	0,70	0,50	0,70
Escritório / Estoque de Saída	Mesa de atendimento	1,40	1,50	2,10	1	2,10	1,00	2,10	0,50	2,10
Total Necessário		32,70	26,10	40,75	30	44,05	31,00	85,64	0,50	64,84

Fonte: Autor (2016).

Diante do exposto na tabela acima, pode-se observar as áreas totais necessárias para cada setor de produção da fábrica. A tabela 9 ilustra a área necessária de produção para cada setor de produção de acordo com o método Guerchet.

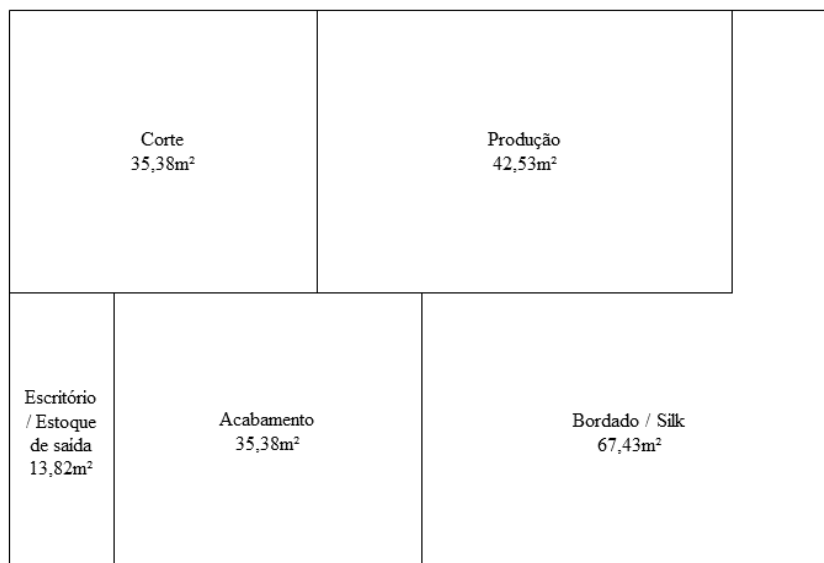
Tabela 9 - Necessidade de espaço por setor

	Se	Sg	Sc	St
Acabamento	4,72	18,87	11,79	35,38
Corte	4,72	18,87	11,79	35,38
Produção	9,78	18,58	14,18	42,53
Bordado / Silk	20,23	24,72	22,48	67,43
Escritório / Estoque de Saída	4,61	4,61	4,61	13,82
Total	44,05	85,64	64,84	194,53

Fonte: Autor (2016).

Calculadas as necessidades de espaço de cada setor da fábrica, o próximo passo é ilustrar um esboço do novo projeto de layout obedecendo as ligações do diagrama de relacionamentos e a dimensão dos setores. A Figura 21 ilustra a disposição do layout com as medidas necessárias para cada um deles.

Figura 31 - Disposição dos setores de acordo com o diagrama de relacionamentos



Fonte: Autor (2016).

3.5. ESPAÇO DISPONÍVEL

O próximo passo é o cálculo da área útil de produção da fábrica. O lote total mede 200 m², mas temos algumas áreas que não são consideradas como improdutivas, ou seja, não fazem parte da linha de produção da fábrica. Para o cálculo da área útil da fábrica, essas áreas improdutivas foram desconsideradas. A tabela 10 mostra o espaço disponível de produção da fábrica.

Tabela 10 - Área disponível da fábrica

Área útil da Fábrica	
Total do Terreno	200 m²
Banheiro Masculino	4,20 m²
Banheiro Feminino	4,20 m²
Copa	5,59 m²
Escada	4,20 m²
Área útil total	181,81 m²

Fonte; Autor, (2015).

3.6. DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS DE ESPAÇO

O diagrama de relacionamento de espaço é a integração do diagrama de relacionamento com os espaços necessários para que o operador do maquinário ou posto de trabalho possa se movimentar para realizar a operação, manutenção e ajustes ao redor do posto de trabalho.

Para o cálculo dos espaços necessários, foi escolhido o método de Guerchet, conforme explicado em tópicos anteriores.

No primeiro passo foi calculada a Superfície Estática (Se), tendo em vista que a área útil da fábrica é de 181,81 m², ao realizar o novo projeto de layout, teremos toda essa área útil para remanejarmos os objetos possíveis de deslocamento.

No segundo passo foi calculada a Superfície Gravitacional (Sg). Já no terceiro passo foi calculado a Superfície de Circulação (Sc). Para o cálculo do coeficiente K, foi considerado um valor de 0.50, visto que é uma pequena indústria de confecção conforme método aplicado. A tabela 11 sintetiza os cálculos dos três passos realizados pelo método.

Tabela 11 – Aplicação do Método Guerchet

Setor de Produção	Área dos objetos possíveis de deslocamento				Superfície Estática		Superfície Gravitacional		Superfície de Circulação	
	Máquina	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m ²)	Quantidade	Área Total (Se)	N de Lados	Sg	k	Sc
Acabamento	Mesa Acabamento	1,85	2,55	4,72	1	4,72	4,00	18,87	0,50	11,79
Corte	Mesa Corte	1,85	2,55	4,72	1	4,72	4,00	18,87	0,50	11,79
Produção	Interlock	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Produção	Overlock	1,10	0,50	0,55	3	1,65	1,00	4,95	0,50	3,30
Produção	Reta	1,10	0,50	0,55	3	1,65	1,00	4,95	0,50	3,30
Produção	Galoneira	1,10	0,50	0,55	2	1,10	1,00	2,20	0,50	1,65
Produção	Elastiqueira	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Produção	Abertura	1,10	0,50	0,55	2	1,10	1,00	2,20	0,50	1,65
Produção	Travet	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Produção	Botoneira	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Produção	Reforço	1,10	0,50	0,55	1	0,55	1,00	0,55	0,50	0,55
Bordado / Silk	Bordado 1	1,45	2,80	4,06	1	4,06	1,00	4,06	0,50	4,06
Bordado / Silk	Bordado 2	1,20	1,70	2,04	1	2,04	1,00	2,04	0,50	2,04
Bordado / Silk	Bordado 3	3,65	2,15	7,85	1	7,85	1,00	7,85	0,50	7,85
Bordado / Silk	Gravadora a vácuo	1,00	1,20	1,20	1	1,20	1,00	1,20	0,50	1,20
Bordado / Silk	Silk	1,30	3,45	4,49	1	4,49	2,00	8,97	0,50	6,73
Produção	Prateleira Tecidos	1,20	0,50	0,60	1	0,60	1,00	0,60	0,50	0,60
Bordado / Silk	Prateleira Linhas	1,20	0,50	0,60	1	0,60	1,00	0,60	0,50	0,60
Produção	Prateleira Tecidos e Linhas	1,85	0,50	0,93	1	0,93	1,00	0,93	0,50	0,93
Escritório / Estoque de Saída	Arquivo 1	1,20	0,50	0,60	1	0,60	1,00	0,60	0,50	0,60
Escritório / Estoque de Saída	Arquivo 2	0,40	0,70	0,28	1	0,28	1,00	0,28	0,50	0,28
Escritório / Estoque de Saída	Estoque de saída 1	1,85	0,50	0,93	1	0,93	1,00	0,93	0,50	0,93
Escritório / Estoque de Saída	Estoque de saída 2	1,40	0,50	0,70	1	0,70	1,00	0,70	0,50	0,70
Escritório / Estoque de Saída	Mesa de atendimento	1,40	1,50	2,10	1	2,10	1,00	2,10	0,50	2,10
Total Necessário		32,70	26,10	40,75	30	44,05	31,00	85,64	0,50	64,84

Fonte: Autor (2016).

De acordo com o método de Guerchet, o cálculo da superfície total para a produção é obtido pela seguinte fórmula:

$$St = Se + Sg + Sc$$

Sendo assim, temos que a superfície total de produção é de 181,33 m², conforme explicitado nos cálculos abaixo.

$$St = 44,05 + 85,64 + 64,84$$

$$St = 194,53 \text{ m}^2.$$

3.7. PROPOSTA DE UM NOVO LAYOUT

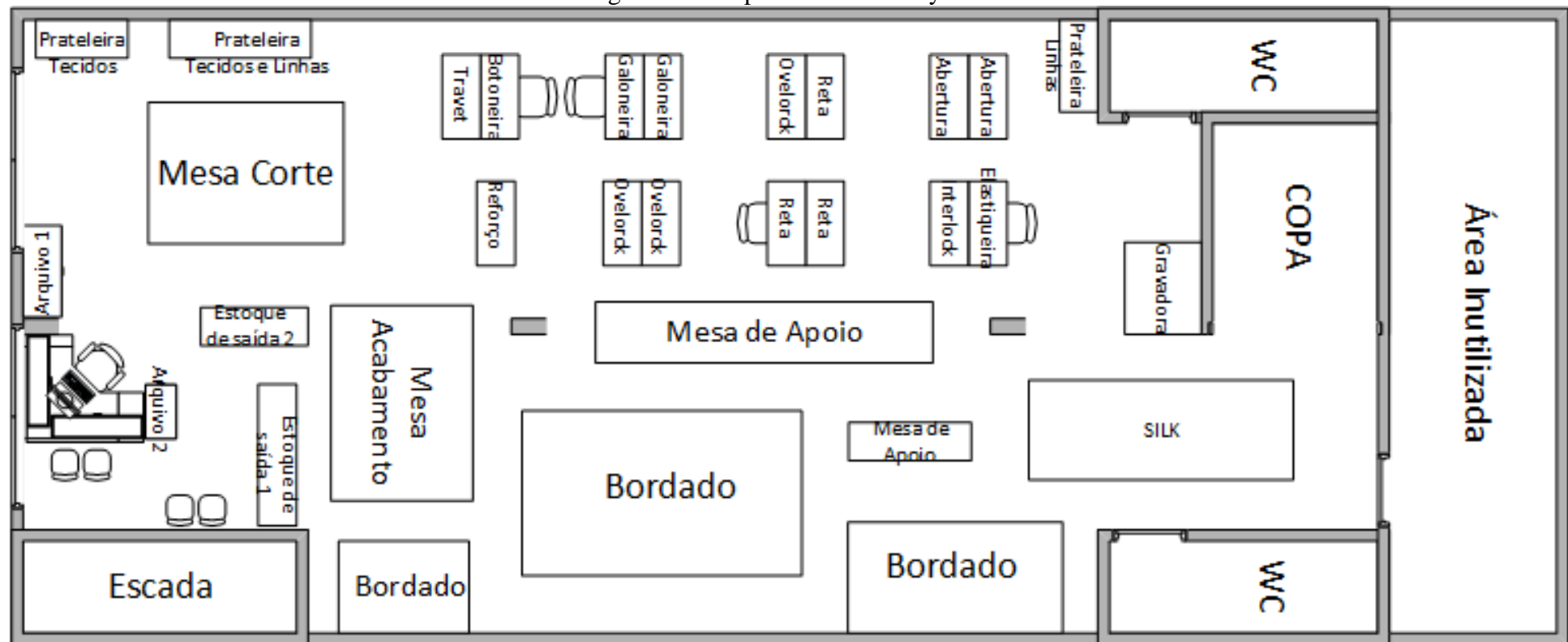
Feita todas as análises de dados necessárias para a proposição de um novo layout para a fábrica e levando em conta algumas considerações vindas por parte do cliente, foi possível se chegar a um projeto que se aproximasse ao máximo do consenso entre a opinião do cliente e a análise de dados.

Algumas premissas foram levadas em conta durante o processo de projeto do novo layout. São elas;

- O cliente não estava disposto a investir recursos financeiros em mudanças que viessem a ocorrer em virtude do novo projeto de layout.
- O projeto levou em consideração o Diagrama de Pareto para que o layout favoreça prioritariamente os produtos que tenham maior impacto na receita da fábrica;

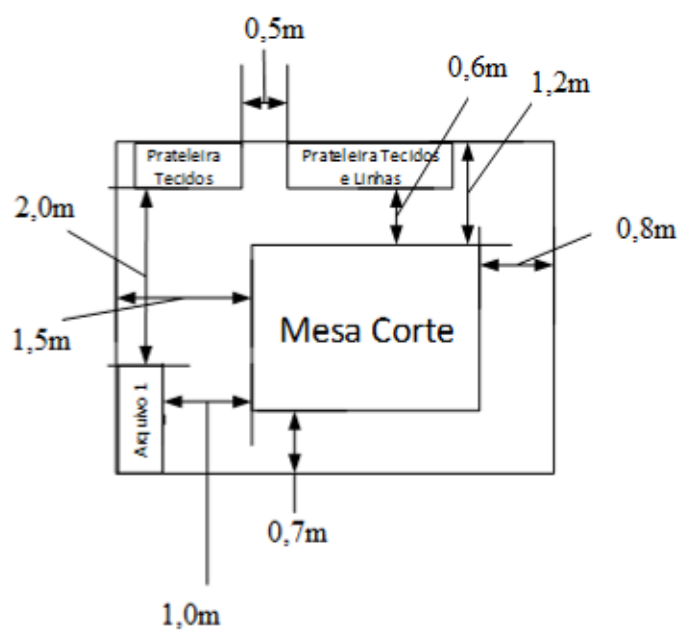
Sendo assim, a Figura 32 ilustra o desenho proposto para o novo layout e as figuras de 33 a 37 ilustram as dimensões de espaço existentes entre os equipamentos divididos por setores de produção. Como não houve aquisição nem redução na quantidade de equipamentos, as medidas de maquinário permanecem as mesmas, visto que apenas foram realocadas.

Figura 32 - Proposta de Novo Layout



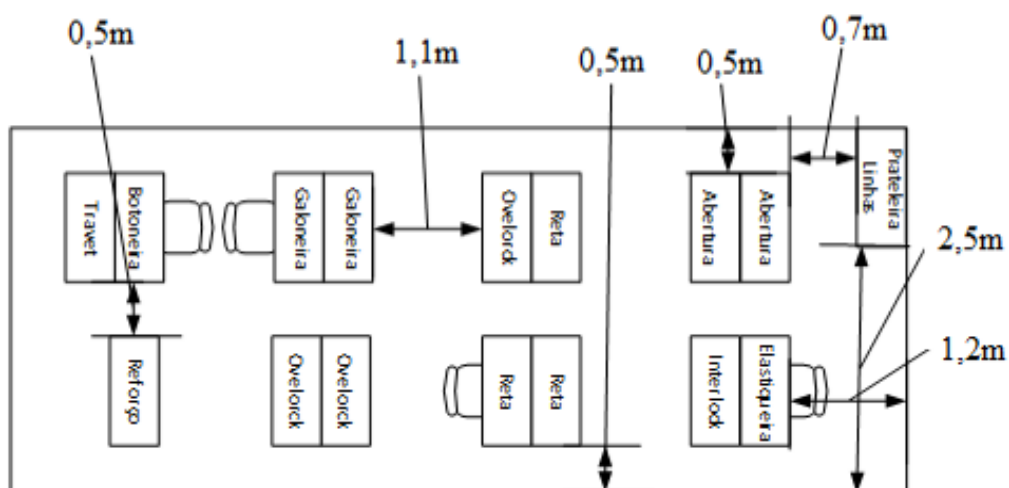
Fonte: Autor (2015).

Figura 33 - Distância entre equipamentos no setor de Corte



Fonte: Autor (2016).

Figura 34 - Distância entre equipamentos no setor de Produção



Fonte: Autor (2016).

Figura 36 - Distância entre equipamentos no setor de Acabamento

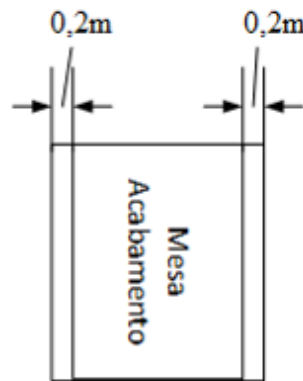
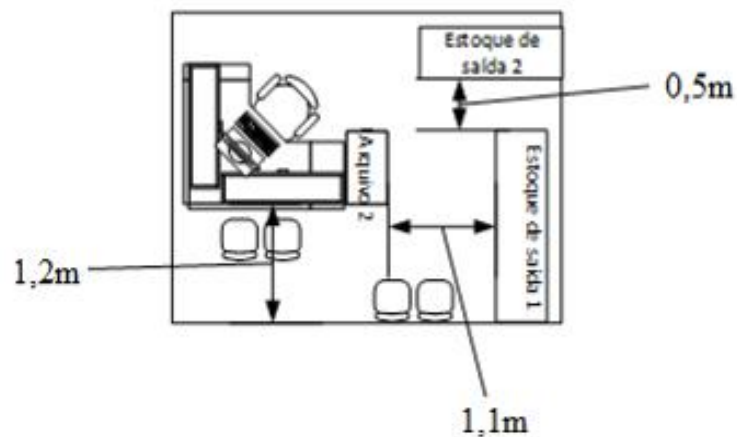


Figura 37 - Distância entre equipamentos no setor de Escritório / Estoque de Saída



Para o posicionamento das máquinas utilizadas no setor de produção, foi considerado o resultado obtido por meio da Curva ABC realizada no início do projeto com a finalidade de que os

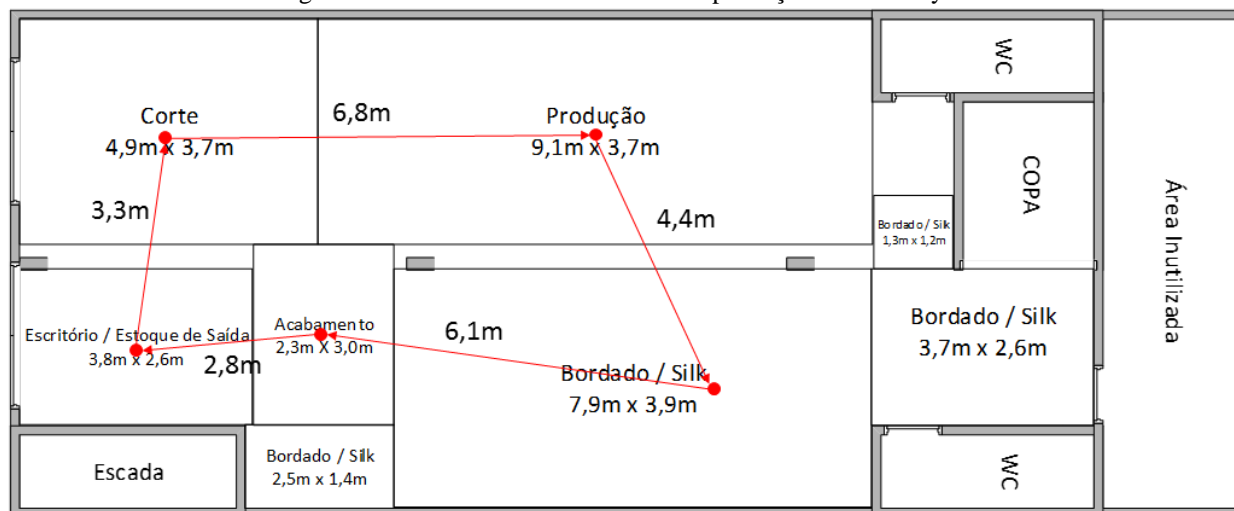
produtos que gerassem mais impacto na receita da fábrica tivessem maior prioridade no arranjo das máquinas.

Contudo, pode-se observar que de acordo com o método Guerchet, seria necessária uma área total produção com um total de 194,53m² e, o espaço disponível da fábrica é de 181,81m². Diante disso, conclui-se que, se o método fosse aplicado à risca, não seria possível um projeto de layout que se encaixasse dentro do tamanho total da fábrica.

Portanto, algumas alterações como remanejamento de equipamentos de um setor para outro foram realizadas e ainda foram diminuídas as distâncias entre os equipamentos para que pudessem se encaixar neste novo projeto de layout.

Apesar de ocorridas essas pequenas mudanças, não houve alteração no fluxo de produção do produto neste novo projeto de layout e consequentemente não houve alteração na distância entre os setores de produção. A figura abaixo mostra a distância entre os setores de produção após o projeto do novo layout da empresa.

Figura 38 - Distância entre os setores de produção do novo layout



Fonte: Autor (2015).

Após o projeto do novo layout, a distância entre os departamentos foi calculada da mesma maneira usada no layout inicial. Sendo assim, a soma total das distâncias percorridas pelo produto é de 23,4 metros. Para o cálculo das distâncias foram considerados os centros geográficos de cada setor da empresa e somados as distâncias entre eles em seguida, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Distância entre os setores do novo layout

DE - PARA	Distância entre setores (m²)				
	Escritório / Estoque de Saída	Produção	Corte	Acabamento	Bordado / Silk
Escritório / Estoque de Saída	-	-	3,3	-	-
Produção	-	-	-	-	4,4
Corte	-	6,8	-	-	-
Acabamento	2,8	-	-	-	-
Bordado / Silk	-	-	-	6,1	-

Fonte: Autor (2016).

A partir da tabela a cima, pode-se calcular a distância total percorrida pelos produtos durante sua produção por meio do somatório de todas as distâncias presentes na tabela. Sendo assim,

$$\text{Distância Total} = 2,8 + 6,8 + 3,3 + 6,1 + 4,4 = 23,4 \text{ metros.}$$

4. CONCLUSÃO

Diante do exposto trabalho apresentado ao longo deste documento, pode-se dizer que a execução do trabalho foi satisfatória e resultou no alcance dos objetivos gerais e específicos explicitados neste documento, pois a partir do levantamento e análise de dados, foi feita uma análise da situação atual da empresa para que fosse possível chegar a uma nova proposta de layout, onde, caso seja implementada pela organização irá apresentar uma melhora no fluxo de produção visto que as distâncias entre os departamentos e as máquinas presentes em cada departamento diminuiram de 36,3 metros para 23,4 metros, o que totaliza uma redução de 35,5% no percurso percorrido pelo produto na fábrica.

Sendo assim, a grande melhoria na proposta desse novo layout foi que agora, houve uma diminuição substancial entre as distâncias dos departamentos de produção, que devido ao diagrama de afinidades, possibilitou uma maior aproximação e alocação dos departamentos ao longo do espaço disponível pela fábrica. O que resultou na diminuição do fluxo desnecessário de pessoas e materiais ao longo do processo.

Outros dois pontos de análise que foram obtidos do trabalho são o aumento da produtividade da empresa e a redução nos tempos de deslocamento entre os setores de produção, visto que com a diminuição das distâncias entre os setores de produção, o tempo de transporte entre os setores irá diminuir, impactando assim no aumento da produtividade da empresa.

Um ponto interessante de ser destacado é a aplicabilidade do método SLP na elaboração de projetos de layout para micro e pequenas empresas de confecção devido ao fato de o método oferecer um simples entendimento e uma implementação tranquila, conforme apresentado neste trabalho. Uma sugestão para futuros estudos é a utilização deste método em outros segmentos indústrias que apresentem indústrias de porte igual ou superior a indústria apresentada neste estudo de caso.

Também como forma de dar continuidade aos estudos propostos nesse trabalho, uma proposta que iria complementar e agregar positivamente ao trabalho seria calcular os ganhos financeiros e a redução de custos que a empresa terá devido ao fato dessa redução nas distâncias entre os departamentos da fábrica. Outro ponto a ser estudado seria a viabilidade de aumentar as dependências da fábrica, adquirindo assim novos equipamentos e contratando mais pessoas visto visando assim obter maiores ganhos financeiros e espaço no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLACK, J.T. (1998). **O projeto da fábrica com futuro**. Ed. Bookman.
- BNDES. **Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 159-202, mar. 2014.
- CAMAROTTO; **Projeto de Instalações Industriais**. Universidade de São Carlos, 1998.
- CASSEL, R., **Estudo do Layout**. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/393_seq_3_tipos_layout.pdf> Acesso em: 21/06/2015.
- CHAN, H. M.; MILNER, D. A., **Directo clustering algorithm for group dormation in cellular manufacture**. Journal of manufacturing systems, Dearborns, v.1, n.1, 1982.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- DALMAS, V. (2004) - **Avaliação de um layout celular implementado: um estudo de caso em uma indústria de autopeças**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- EMERIQUE, C. C. T. **Planejamento Sistemático de Layout: Aplicação em uma empresa do ramo automobilístico**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_858_19321.pdf> Acesso em: 22/06/2015.
- FILHO, A. L. **PROJETO DE ARRANJO FÍSICO PARA UMA LOJA ESPECIALIZADA EM VIDEO-GAME EM JOINVILLE**. Disponível em: <http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/tgeps/2009-01/2009_1_tcc06.pdf>. Acesso em: 22/06/2015.
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207 p.
- GILBERT, J. “**Construction office design with systematic layout planning**”, 15th Annual Conference on POM, Cancun, 2004.
- GOODE, W., & HATT, P. (1973). **Métodos em pesquisa social**. São Paulo, SP: Nacional
- GONÇALVES FILHO, E.V. (2005) - **Sistemas de Manufatura: Projeto do arranjo físico**. Notas de aula.
- TORTORELLA, G. L. **Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132008000300015>. Acesso em: 27/06/2015.
- HESSSEL, J. R, **Organizações e Métodos**. Porto Alegre: DC Luzzato, 1985.
- IRI, M. **On the synthesis of loop and CUT set matrices and de related problems**. 1968.
- JUNG, C. F. **Elaboração e redação de projetos de estágio e TCC**. Disponível em: <<http://www.metodologia.net.br>> Acesso em: 20/05/2015
- KERNS, F. **Strategic Facility Planning (SFP)**. Work Study, v. 48, p. 176-181, 1999.
- KING, J. R. (1980) - **Machine-component grouping in production flow analysis: An approach using a rank order clustering algorithm**. International Journal of Production Research, 18, 213-219.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHORTA, M. K.. **Administração de produções e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- LEE, Q. **Projeto de Instalação e do Local de Trabalho**. São Paulo: Ed. IMAM. 1998.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MORAES, M. **Aula 06 -Inter-relações das atividades (continuação): -Elaborando uma carta De-Para; -Elaborando uma classificação de fluxo:cartas preferenciais; -Definindo**. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/341246/>> Acesso em: 21/05/2015.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações / Daniel Augusto Moreira** - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- MUTHER, R.; WHEELER, J. D. **Planejamento Sistemático e Simplificado de Layout**. São Paulo: IMAM, 2000.
- NEUMANN, C; SCALICE, R. K. **Projeto de fábrica e layout**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

- NOMURA, D. **Planejamento do Arranjo Físico e das Normas de Segurança e Utilização da Nova Sala de Projetos do PRO**. São Paulo, 2013.
- OLIVEIRA, D. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem regencial**. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais**. 1ª ed. São Paulo: IBLC, 1985.
- PARANHOS, M. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibplex, 2007.
- PASA, G. S. **1 Programação da Produção I ENG 09010 Arranjo físico e fluxo Cap. 7**. Disponível em < <http://slideplayer.com.br/slide/1858414/> >. Acesso em: 27/06/2015.
- PASCINI, A. **Arranjo Físico**. Juiz de Fora. 2006.
- REIS, F. **Layout celular na confecção do vestuário**. Disponível em < <http://www.audaces.com.br/producao/falando-de-producao/2014/09/19/layout-celular-na-confeccao-do-vestuario-> >. Acesso em: 27/06/2015.
- RUSSEL, R. **Operations Management and Student CD: International Edition**. 4. Ed. Prentice Hall, 2002.
- SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.
- SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOUZA, A. C.; SANTANA, J. A. O.; CRUZ, M. P. S.; SILVA, C. E.. **Análise de layout do sistema produtivo de panificações: o caso de um empreendimento em Sítio do Quinto, Bahia**. Revista Brasileira de Administração Científica, Aquidabã, v.2, n.2, p.37-48, 2011.
- TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A. et al. **Facilities Planning**. 2. ed. New York: John Willey & Sons, Inc, 1996.
- WILDE, E. **Functional Planning. Facilities**, v. 14, July-August, p. 35-39, 1996
- YANG, T.; SU, C.; HSU, Y. **Systematic Layout Planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities**. *International Journal of Operations Production Management*, v. 20, p. 1359-1371, 2000.